

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Ciências Econômicas
Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional

Pedro Araújo Patrício

MERCADO IMOBILIÁRIO E ESTRUTURA URBANA:
uma análise da formação de preços de lotes vagos e apartamentos em Belo
Horizonte (2009-2020)

Belo Horizonte
Novembro de 2021

Pedro Araújo Patrício

**MERCADO IMOBILIÁRIO E ESTRUTURA URBANA:
uma análise da formação de preços de lotes vagos e apartamentos em Belo
Horizonte (2009-2020)**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Economia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. João Bosco Moura Tonucci Filho

Coorientador: Prof. Renan Pereira Almeida

Belo Horizonte

Novembro de 2021

Ficha catalográfica

Patrício, Pedro Araújo.

P314m Mercado imobiliário e estrutura urbana [manuscrito]: uma
2021 análise da formação de preços de lotes vagos e apartamentos em
Belo Horizonte (2009-2020) / Pedro Araújo Patrício. – 2021.
151f.: il., gráfs. e tabs.

Orientador: João Bosco Moura Tonucci Filho.

Coorientador: Renan Pereira Almeida .

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas
Gerais, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.
Inclui bibliografia (146-151).

1. Mercado imobiliário – Teses. 2. Belo Horizonte (MG) –
economia urbana – Teses. 3. Economia – Teses. I. Tonucci Filho,
João Bosco Moura II. Almeida, Renan Pereira. III. Universidade
Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e
Planejamento Regional. IV. Título.

CDD: 330

Elaborada por Rosilene Santos CRB6-2527
Biblioteca da FACE/UFMG. RSS – 020/2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

PEDRO ARAÚJO PATRÍCIO

TÍTULO DO TRABALHO:

“MERCADO IMOBILIÁRIO E ESTRUTURA URBANA: UMA ANÁLISE DA FORMAÇÃO DE PREÇOS DE LOTES VAGOS E APARTAMENTOS EM BELO HORIZONTE (2009 - 2020)”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, para obtenção do título de Mestre em Economia.

APROVADA EM 29 DE NOVEMBRO DE 2021.

Belo Horizonte, 29 de novembro de 2021.

Prof. João Bosco Moura Tonucci Filho (orientador) (CEDEPLAR/FACE/UFMG)
Prof. Renan Pereira Almeida (Coorientador) (PGDPlat/UFSJ)
Prof. Pedro Vasconcelos Maia do Amaral (CEDEPLAR/FACE/UFMG)
Profª. Vanessa Gapiotti Nadalin (IPEA)

EDSON PAULO DOMINGUES
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia



Documento assinado eletronicamente por **João Bosco Moura Tonucci Filho, Professor do Magistério Superior**, em 29/11/2021, às 14:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Vasconcelos Maia do Amaral, Chefe de departamento**, em 30/11/2021, às 13:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renan Pereira Almeida, Usuário Externo**, em 30/11/2021, às 14:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa Gapiotti Nadalin, Usuário Externo**, em 13/12/2021, às 14:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edson Paulo Domingues, Professor do Magistério Superior**, em 03/01/2022, às 18:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1104677** e o código CRC **798A1D2C**.

Agradecimentos

De antemão, reconheço que será impossível transmitir tudo que sinto a respeito de todos vocês. Perdi, nos últimos tempos, a habilidade de escrever belas palavras. Ou talvez tenha me tornado apenas mais crítico e consciente, em detrimento do meu eu ainda mais ingênuo de outrora. Porém, se me esforço aqui, é para registrar o meu profundo agradecimento.

Ao João. Você é um exemplo de que é possível conciliar a paixão por literatura, arquitetura e o que mais nos interessar, sem que atrapalhe a carreira como economista. Pelo contrário, a engrandece. Obrigado por todas as oportunidades e orientação neste processo de escrita. Espero ter correspondido à altura.

Ao Renan. Desde que aquele garoto tímido foi te procurar a respeito de um possível projeto de monografia, só tem me acontecido coisas incríveis. O economista e pesquisador que eu sou hoje é, em grande parte, devido a você. Sou eternamente grato pela confiança que você sempre depositou em mim quando muitas vezes eu nem achava que fosse capaz.

Aos membros da banca, Pedro e Vanessa. A contribuição de vocês para a ciência brasileira é fundamental. Espero ser tão bom pesquisador quanto vocês são. Obrigado por aceitarem fazer parte desse processo.

Ao restante do meu grupo de pesquisa. O aprendizado que tive com vocês é imensurável, desde a construção de uma amizade virtual, até o conhecimento técnico desenvolvido em parceria.

Aos servidores da PBH, pelo projeto grandioso que tive o privilégio de participar. Espero que o retorno seja positivo para minha amada cidade Belo Horizonte. Agradeço também pela disponibilidade dos dados.

Aos meus colegas de mestrado, em especial Henrique, Pedrão, Ramon e Tylon. Obrigado pelos vários momentos de estudo e de diversão ao longo do tempo que tivemos, interrompido pela pandemia, mas que criaram laços eternos.

Aos meus amigos queridos da graduação. Apesar de cada um ter seguido seu caminho, sinto que estou cada vez mais próximo de vocês. Admiro cada um e os tenho como exemplo de amizade e profissionalismo.

A todos os professores da FACE que fizeram parte da minha formação desde a graduação. Menciono Roberto Monte-Mór e Sueli Moro, mas há tantos outros que contribuíram para o que sou como economista.

A todos os funcionários da FACE, lugar que se tornou e sempre será a minha casa. Carrego com muito orgulho fazer parte dessa história.

Ao NUPEDE/FaE, em nome da Teresa Alves, e à Lara Simielli, da FGV-SP. Por mais que o projeto tenha sido breve, o respeito profissional e o carinho perduram. Contem sempre comigo.

À universidade pública, e a toda sociedade brasileira que a financia, pelo ensino de qualidade e gratuito.

Iniciando os agradecimentos mais afetivos, não poderia deixar de mencionar meus gatos, Frajola, Mia e Virgínia. Cuidar e brincar com eles têm sido dos melhores remédios para combater a ansiedade e a solidão nesses tempos de reclusão.

À minha família. O amor incondicional que eu recebo de todos vocês me dá forças para seguir lutando pelo bem comum. Aprendi, desde sempre, que nós crescemos, divertimos e também sofremos, mas sempre unidos.

À Ana Laura, companheira talentosa e encantadora, presente nas alegrias da vida e nos momentos de maior estresse. Mais alegrias do que estresse, claro. Você sempre esteve ali para passar pelos momentos junto de mim, aprendendo a viver comigo. Continuemos a enfrentar os próximos desafios de mãos dadas.

E, por fim, a todos que não mencionei aqui, mas que tiveram uma parcela de contribuição nesse processo. Carrego todos com carinho e gratidão.

Resumo

Essa dissertação tem como objetivo analisar a formação de preços no mercado de lotes vagos e apartamentos residenciais e sua relação com a estrutura urbana na cidade de Belo Horizonte, Brasil, no período de 2009 a 2020, sob a ótica da economia urbana. As ideias de William Alonso (1964) formaram o que se entende por modelo monocêntrico, cujas implicações a respeito da organização do espaço urbano indicam que o centro comercial, local de concentração dos empregos, também é onde se verificam os maiores preços do mercado imobiliário, enquanto que os preços decaem a partir desse ponto no território. Sob fundamentação microeconômica, as conclusões antecipam a existência de um equilíbrio espacial no mercado composto de indivíduos divididos entre busca de melhor localização e maior disponibilidade de espaço. Ao longo das décadas, diversas críticas surgiram com alegações de se tratar de um modelo não condizente com a estrutura urbana que se apresentava mundo afora. Contudo, contribuições posteriores deram sobrevida ao modelo, de forma a se considerar a acessibilidade como forma de modelar de forma dispersa no espaço o mercado de trabalho. A partir de um modelo de preços hedônicos com diferentes estratégias de identificação para cada tipologia em análise, investiga-se as condicionantes para a formação de preços nesses mercados para Belo Horizonte, na última década. Os resultados apontam que, por conta própria, a teoria clássica não é capaz de compreender a estrutura urbana de Belo Horizonte, especialmente para o mercado residencial. Há faixas do território com alta acessibilidade via transporte público, porém baixo preços avaliados, enquanto outras parcelas do território com baixa acessibilidade e preço elevado. Os lotes vagos apresentam maior sensibilidade à acessibilidade via transporte público. Porém, para se construir uma previsão fidedigna dos valores destes dois mercados, outros fatores (como zoneamento e características construtivas) também precisam ser levados em conta. Dentre as limitações dessa pesquisa, encontra-se a indisponibilidade de dados a respeito do transporte individual, que poderia ser uma atenuante para a inconsistência de localidades valorizadas com maior distância para o centro, na medida em que o centro comercial ainda seja acessível por essa população residente por esse meio de transporte. Em adição, a pesquisa abrange somente o território do município de Belo Horizonte, devido à ausência de dados para os municípios da RMBH.

Palavras-chave: economia urbana; mercado de terras; mercado residencial; modelo de preços hedônicos; estrutura urbana.

Abstract

This dissertation aims to analyse the formation of prices in the market for vacant lots and residential apartments and its relationship with the urban structure in the city of Belo Horizonte, Brazil, from 2009 to 2020, from the perspective of the urban economics. The ideas of William Alonso (1964) formed what is meant by a monocentric model, whose implications regarding the organisation of urban space indicate that the commercial center, place of concentration of jobs, is also where the highest prices in the real estate market are verified, while prices decline from that point in the territory. Based on microeconomic grounds, the conclusions anticipate the existence of a spatial equilibrium in the market composed of individuals divided between the search for a better location and greater availability of space. Over the decades, several criticisms have emerged with allegations that it is a model that is not consistent with the urban structure that appeared around the world. However, later contributions gave the model a survivability, in order to consider accessibility as a way of modeling the labor market in a dispersed way in the space. Based on a hedonic price model with different identification strategies for each typology under analysis, the conditions for the formation of prices in these markets for Belo Horizonte in the last decade are investigated. The results show that, on its own, classical theory is not able to understand the urban structure of Belo Horizonte, especially for the residential market. There are parts of the territory with high accessibility via public transport, but low assessed prices, while other parts of the territory have low accessibility and high prices. Vacant lots are more sensitive to accessibility via public transport. However, in order to build a reliable forecast of the values of these two markets, other factors (such as zoning and construction characteristics) also need to be taken into account. Among the limitations of this research is the unavailability of data on individual transport, which could be a mitigating factor for the inconsistency of valued locations with greater distance to the center, as the city center is still accessible by this population resident by private transport. In addition, the research only covers the territory of the municipality of Belo Horizonte, due to the lack of data for the municipalities of the MRBH.

Keywords: urban economics; land market; residential market; hedonic pricing model; urban structure.

Lista de Figuras

1	Equilíbrio espacial no modelo monocêntrico	21
2	Rede de cocitação de autores a partir de AMM (1970–1974)	23
3	Rede de cocitação de autores a partir de AMM (2005–2009)	24
4	Valor/m ² x distância ao centro da área urbana, em Paris, França	25
5	Preço da terra numa cidade com zoneamento	30
6	Representação do método residual	33
7	Centralidades de Belo Horizonte	39

Lista de Gráficos

1	Estoque imobiliário de lotes vagos (IPTU - 2009–2020)	60
2	Transmissões de lotes vagos e valor/m ² mediano, por ano (ITBI - 2009–2020)	62
3	Acessibilidade (%) x Log. valor/m ² (R\$) - Lotes vagos (ITBI - 2009–2020)	66
4	Distância para o CBD (km) x Área adquirida - Lotes vagos (m ²) (ITBI - 2009–2020)	67
5	Distância para o CBD (km) x Valor/m ² previsto (R\$) - Lotes vagos (IPTU - 2020)	75
6	Acessibilidade (%) x Valor/m ² previsto (R\$) - Lotes vagos (IPTU - 2020)	76
7	Estoque de apartamentos em Belo Horizonte (IPTU - 2009–2020)	78
8	Transmissões de apartamentos e valor/m ² mediano, por ano - Apartamen- tos (ITBI - 2009–2020)	80
9	Acessibilidade (%) x Log. valor/m ² (R\$) - Apartamentos (ITBI - 2009–2020)	82
10	Distância para o CBD (km) x Área adquirida - Apartamentos (m ²) (ITBI - 2009–2020)	84
11	Acessibilidade (%) x Valor/m ² previsto (R\$) - Apartamentos (IPTU - 2020)	90
12	Distância para o CBD (km) x Valor/m ² previsto (R\$) - Apartamentos (IPTU - 2020)	91
13	Acessibilidade (%) x Valor/m ² previsto (R\$) - Lotes vagos (IPTU - 2020)	122
14	Proporção APs vizinhos (%) x Valor/m ² previsto (R\$) - Lotes vagos (IPTU - 2020)	122
15	Proporção APs vizinhos (%) x Valor/m ² previsto (R\$) - Apartamentos (IPTU - 2020)	138
16	Acessibilidade (%) x Valor/m ² previsto (R\$) - Apartamentos (IPTU - 2020)	138

Lista de Mapas

1	Área central de Belo Horizonte	40
2	Acessibilidade ao total de empregos no município de Belo Horizonte em 30 minutos de transporte público nos horários de pico (%)	49
3	Escolas de nível infantil, fundamental e médio, em Belo Horizonte	51
4	Região Metropolitana de Belo Horizonte	55
5	População de Belo Horizonte	56
6	Renda per capita de Belo Horizonte	57
7	Densidade de lotes vagos (IPTU - 2020)	61
8	Mediana do valor/m ² (R\$) dos lotes vagos transmitidos, por bairro (ITBI - 2009–2020)	63
9	Mediana do valor (R\$) dos lotes vagos transmitidos, por bairro (ITBI - 2009–2020)	64
10	Previsão valor/m ² – Lotes vagos (IPTU - 2020)	74
11	Densidade de apartamentos (IPTU - 2020)	79
12	Mediana do valor/m ² dos apartamentos transmitidos, Belo Horizonte (ITBI - 2009–2020)	81
13	Previsão valor/m ² – Apartamentos (IPTU - 2020)	89
14	Coefficiente de Aproveitamento Básico de Belo Horizonte sob a Lei de Uso e Ocupação do Solo anterior (Lei 7.166/96)	106
15	Média de Idade dos Imóveis Vizinhos (%) - Apartamentos (IPTU - 2020)	108
16	IQVU (2016)	110
17	Previsão valor/m ² – Lotes vagos (IPTU - 2020)	121
18	Proporção de apartamentos por padrão de acabamento, por bairro (%) (IPTU - 2020)	126
19	Previsão valor/m ² – Apartamentos (IPTU - 2020)	137

Lista de Tabelas

1	Estatísticas descritivas dos lotes vagos (ITBI - 2009–2020)	65
2	Estatísticas descritivas dos lotes vagos (IPTU - 2020)	65
3	Estimação para lotes vagos	69
4	Diagnóstico espacial da estimação (3) - Modelo de lotes vagos	71
5	Descritiva dos valores preditos – Modelo de lotes vagos	73
6	Estatísticas descritivas para CBD e fora do CBD - Modelo de lotes vagos .	76
7	Estatísticas descritivas dos apartamentos (ITBI - 2009–2020)	80
8	Estatísticas descritivas dos apartamentos (IPTU - 2020)	82
9	Quantidade de apartamentos acima do quantil 0,95, por bairro (ITBI - 2009–2020)	83
10	Estimação para apartamentos	85
11	Diagnóstico espacial da estimação (3) - Modelo de apartamentos	87
12	Descritiva dos valores preditos – Modelo de apartamentos	88
13	Estatísticas descritivas para CBD e fora do CBD - Modelo de apartamentos	92
14	Estatísticas descritivas dos lotes vagos (ITBI - 2009–2020)	113
15	Estatísticas descritivas dos lotes vagos (IPTU - 2020)	114
16	Estimações resumidas para lotes vagos	116
17	Diagnóstico espacial da estimação (6) - Modelo de lotes vagos	119
18	Descritiva dos valores preditos – Modelo de lotes vagos	120
19	Estatísticas descritivas para CBD e fora do CBD - Modelo de lotes vagos .	123
20	Quantidade de apartamentos por padrão de acabamento (ITBI - 2009–2020 e IPTU - 2020)	125
21	Estatísticas descritivas dos apartamentos (ITBI - 2009–2020)	128
22	Estatísticas descritivas dos apartamentos (IPTU - 2020)	129
23	Estimações resumidas para apartamentos	130
24	Diagnóstico espacial da estimação (6) - Modelo de apartamentos	134
25	Descritiva dos valores preditos – Modelo de apartamentos	136
26	Estatísticas descritivas para CBD e fora do CBD - Modelo de apartamentos	139
27	Estimações completas para lotes vagos - Capítulo 3	i
28	Estimações completas para apartamentos - Capítulo 3	iv

Sumário

1	Introdução	14
2	O modelo monocêntrico: preço do solo e a estrutura urbana em Belo Horizonte	18
2.1	Abordagem teórica	19
2.1.1	Revisão de literatura	21
2.1.2	Transporte	26
2.1.3	Mercado de trabalho e policentralidade	27
2.1.4	Zoneamento	29
2.2	Aspectos metodológicos	30
2.2.1	Preços hedônicos	34
2.2.2	<i>Central Business District</i>	37
2.2.3	Acessibilidade	38
2.2.4	Econometria espacial	42
2.3	Especificação do modelo	43
2.4	Bases de dados	46
2.4.1	Imposto de Transmissão de Bens e Imóveis - Inter-Vivos (ITBI) e Imposto de Propriedade Territorial e Urbana (IPTU)	46
2.4.2	Acesso a Oportunidades	48
2.4.3	Camadas GIS	50
2.4.4	Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M)	50
2.5	Área de estudo	51
2.6	Análise	58
2.6.1	Lotes vagos	59
2.6.2	Apartamentos	77
2.7	Conclusão	92
3	Além do modelo monocêntrico: fatores complementares na formação dos preços do solo em Belo Horizonte	95
3.1	Abordagem teórica	96
3.1.1	Zoneamento	96
3.1.2	Centralidade e amenidades urbanas	100

3.2	Especificação do Modelo	102
3.3	Bases de dados	104
3.3.1	Coeficiente de Aproveitamento Básico	104
3.3.2	Padrão de acabamento	106
3.3.3	Idade, proporção de apartamentos vizinhos e média de idade dos vizinhos	107
3.3.4	Distâncias a pontos de interesse	108
3.3.5	Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU)	109
3.4	Análise	111
3.4.1	Lotes vagos	111
3.4.2	Apartamentos	123
3.5	Conclusão	140
4	Conclusões e considerações finais	142
A	Apêndice	i

1 Introdução

A leitura neoclássica da renda da terra urbana é uma das sínteses possíveis a partir das ideias de von Thünen. Do ponto de vista dessa teoria, a compreensão da estrutura urbana e seu crescimento se deve à conciliação da lógica dos círculos concêntricos com a atuação de indivíduos racionais no mercado de terras urbanas, de forma que se obtém um equilíbrio espacial (ALONSO, 1964). Constitui-se no espaço, a partir desse equilíbrio entre os diversos agentes no mercado, um gradiente de renda que parte do centro da cidade, chamado de *Central Business District* (CBD). Quanto mais afastado do CBD, maior o custo do indivíduo em relação ao transporte, logo as restrições orçamentárias dos indivíduos são constrangidas (DURANTON; PUGA, 2015).

Cidades policêntricas (FUJITA; OGAWA, 1982; HENDERSON; MITRA, 1996), isto é, cidades que comportam áreas de concentração de emprego para além do CBD, são um dos principais obstáculos para a teoria original. Há, contudo, evidências de que o modelo monocêntrico tenha sua validade apesar das diversas críticas realizadas ao longo das últimas décadas (AHLFELDT, 2011; SALVATI; CARLUCCI, 2014), e, portanto, uma maior investigação a respeito do assunto parece um imperativo. Questões complementares podem ser trazidas à tona com o intuito de se aprofundar nos diversos estratos de estudo. Pode-se mencionar o grande debate em torno do zoneamento (GLAESER; GYOURKO, 2002; FREEMARK, 2020), e também de uma forma alternativa de se pensar a centralidade (CHRISTALLER, 1966; LOSCH, 1954). Ainda, a própria formação histórica das cidades pode ter efeitos duradouros ou permanentes no tecido urbano¹, ao passo que mi-
grações internas e políticas de desenvolvimento tenham impactos, em última instância, na formação de preços no mercado imobiliário.

Esta dissertação tem como objetivo geral analisar o mercado de lotes vagos e de apartamentos do município de Belo Horizonte sob a ótica do modelo monocêntrico de cidade de William Alonso. Desta forma, avalia-se a formação de preços no espaço, de modo a propor uma abordagem metodológica para a finalidade do estudo, em consonância com contribuições recentes na área. Em Ahlfeldt (2011), com o devido tratamento da variável acessibilidade, o modelo de inspiração monocêntrica é capaz de fornecer explicações para a estrutura urbana. Entende-se, portanto, que essa discussão ainda tem vitalidade. Ade-

¹Como em Monte-Mór (2006), entende-se tecido urbano como o espraiamento das relações sócio-espaciais urbanas sobre o território e que responde ao processo de urbanização extensiva. De tradição lefebvriana, o conceito de tecido urbano está presente nas discussões sobre a urbanização contemporânea.

mais, para além da questão da acessibilidade, o estudo procurou desvendar quais outros fatores locacionais e intrínsecos aos imóveis podem contribuir para entender a estrutura urbana nestes mercados.

Os objetivos específicos da dissertação perpassam o diagnóstico das diversas camadas de características que compõem a formação de preços nos mercados de lotes vagos e de apartamentos de Belo Horizonte, sendo a acessibilidade a principal delas a ser testada. Lista-se esses objetivos: 1. explorar o mercado de lotes vagos e de apartamentos no município de Belo Horizonte no período de 2009 a 2020; 2. discutir a estrutura urbana da área de estudo a partir do modelo monocêntrico com contribuições metodológicas recentes; 3. investigar a superioridade metodológica em considerar a acessibilidade em relação à distância linear de um imóvel para o centro; 4. analisar a parcela de contribuição das diversas variáveis disponíveis, a partir da mescla de diferentes bases de dados, que tratam tanto das características próprias dos imóveis quanto da sua vizinhança, isto é, relativas à sua localização, nos mercados analisados.

Para conduzir a pesquisa, a área de estudo é o município de Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais, Brasil. Belo Horizonte é a sexta cidade mais populosa do país (enquanto a região metropolitana é a terceira) e foi planejada no fim do século XX para substituir a antiga capital do Estado, Ouro Preto. Enquanto a população está espalhada pelo território, com várias manchas de alta densidade, a renda per capita está concentrada, principalmente numa parcela do município. A respeito da estrutura urbana, a maior concentração de apartamentos se dá, em certa medida, nas mesmas áreas onde se verificam as maiores rendas. Em contraponto a isso, os lotes vagos estão espalhados em áreas periféricas.

Essa dissertação se desdobra em quatro capítulos. Além dos capítulos de introdução e conclusão, os outros dois capítulos têm estrutura com sessões teóricas e metodológicas próprias, embora dialoguem entre si. Após essa introdução, o segundo capítulo tem como foco testar a hipótese principal da pesquisa. Enquanto isso, o terceiro capítulo procura investigar outras possibilidades para o modelo de preços hedônicos, de forma a avançar no entendimento da formação de preços relativos no espaço para as duas tipologias em análise. Por fim, o capítulo de conclusão onde é retomada a literatura base, em contraponto aos principais achados da abordagem empírica.

Os objetivos moldam a abordagem metodológica. Procura-se equilibrar um bom mo-

delo econométrico, a partir de dados de transmissão de imóveis, que seja capaz de avaliar a contribuição de diversas características para a formação de preços, e ainda uma estimação capaz de fazer previsões razoáveis para todo o estoque imobiliário. Outras decisões metodológicas dão conta de definir o *Central Business District* (CBD) de Belo Horizonte como sendo toda a área interna da Avenida do Contorno, espaço que carrega todo o poder simbólico e histórico do município (FURTADO, 2007; CAVALCANTI et al., 2016; NADALIN et al., 2018; PARGA, 2020).

A metodologia utilizada segue as técnicas mais atuais a respeito de avaliação imobiliária em massa, a dizer, o modelo de preços hedônicos (ROSEN, 1974). A metodologia permite investigar a contribuição de cada característica do imóvel na formação de seu preço, sendo esta muito utilizada para discutir o efeito de amenidades urbanas no mercado imobiliário ou mudanças na estrutura urbana (CHESHIRE; SHEPPARD, 1995; TYRVÄINEN; MIETTINEN, 2000; FURTADO, 2011; MACIEL; BIDERMAN, 2013; AHLFELDT; KAVETSOS, 2014; DUBÉ et al., 2014; PAIXÃO, 2015; GLUMAC et al., 2019; ALMEIDA et al., 2020). Em complemento, a importância da análise espacial nos mercados imobiliários, em especial a dependência espacial, é revisitada por diversos autores (PACE et al., 1998; DUBIN et al., 1999; PÁEZ et al., 2008; ANSELIN et al., 2010; BHATTACHARJEE et al., 2012; ALMEIDA et al., 2017; ČEH et al., 2018).

Os dados utilizados procuram viabilizar um estudo a respeito da teoria apresentada, pois é preferível analisar a acessibilidade do que a distância ao centro, propriamente dita (AHLFELDT, 2011). Realiza-se uma compatibilização de diversas bases de dados com dados referentes ao mercado imobiliário e de outros aspectos socioeconômicos da região. Para isso, a Pesquisa de Acesso a Oportunidades, realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (PEREIRA et al., 2020), fornece informações a respeito da capacidade de acessar, via transporte público e outros métodos, o mercado de trabalho das principais metrópoles brasileiras, entre elas Belo Horizonte. Além desta fonte, os dados disponibilizados pela Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) compreendem o mercado de imóveis no município. O fluxo das transmissões de imóveis estão registradas na base do Imposto de Transmissão de Bens e Imóveis – Inter-Vivos, enquanto que o estoque imobiliário é representado pela base do Imposto de Propriedade Territorial Urbana. Outras bases complementares foram consultadas, como diversos pontos de interesses espalhados pelo território, assim como variáveis de legislação urbanística e um índice de qualidade de

vida.

Os principais achados da pesquisa são: 1. o modelo monocêntrico não satisfaz por completo a composição da estrutura urbana de Belo Horizonte. Por mais que o CBD seja uma área de concentração de valores, existem áreas com baixa acessibilidade e alto valor, e vice-versa; 2. a acessibilidade é uma melhor métrica que a distância linear ao centro comercial do município para estimar um modelo de preços hedônicos; 3. outras variáveis agregam consideravelmente na compreensão da formação de preços do espaço para o estudo de caso. As conclusões poderiam trazer ainda melhores evidências para a discussão caso a disponibilidade de dados fosse ainda mais completa, o que é uma falha da pesquisa. Não há dados a respeito do transporte individual. Outra limitação da pesquisa é não ter dados para os outros municípios metropolitanos.

Essa pesquisa tem vínculo com o Projeto Avaliação de Imóveis para a Planta Genérica de Valores do município de Belo Horizonte. O projeto teve como objetivo o aperfeiçoamento da metodologia para avaliação de imóveis em massa, com a construção de modelagens inovadoras. O projeto foi desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, da UFMG, em parceria com UFSJ e IPEAD, além da Secretaria Municipal de Fazenda da Prefeitura de Belo Horizonte.

2 O modelo monocêntrico: preço do solo e a estrutura urbana em Belo Horizonte

Na década de 1960, o campo da economia urbana surgiu com um modelo que definia a hierarquia de preços num espaço urbano. O centro comercial, lugar de concentração de empregos da cidade, seria onde os maiores preços do mercado imobiliário eram praticados, determinando, inclusive, quais tipologias estariam presentes nesse lugar, em detrimento de outros espaços. A partir das ideias de Alonso (1964), Mills (1967) e Muth (1969), principalmente, desenhou um modelo monocêntrico de cidade, isto é, com apenas um único centro, onde existe um gradiente de renda negativo a partir do ponto central. O objetivo era fornecer uma base teórica para a compreensão da estrutura urbana mundo afora, isto é, um modelo genérico de cidade. Ao longo das décadas, o modelo monocêntrico recebeu diversas críticas por não corresponder à realidade urbana que se apresentava. Contudo, alguns estudos (AHLFELDT, 2011; SALVATI; CARLUCCI, 2014) argumentam que o modelo tem contribuições a fazer a respeito do assunto.

A partir de informações de transações imobiliárias de Belo Horizonte na última década, avalia-se a hipótese do modelo monocêntrico ser condizente com a estrutura urbana de Belo Horizonte. Amplia-se a discussão para questões que envolvam a acessibilidade, e não somente a distância para o centro, como em Ahlfeldt (2011). A metodologia empregada para esse objetivo foi a estimação de um modelo de preços hedônicos com as principais variáveis utilizadas pela teoria do modelo monocêntrico.

O capítulo está dividido em sete seções. O primeiro está dedicado a apresentar a abordagem teórica, isto é, a literatura envolvida com o modelo monocêntrico. Em seguida, os aspectos metodológicos, com o intuito de estabelecer a especificação do modelo de preços hedônicos a ser estimado, descrito na terceira seção. A área de estudo, Belo Horizonte, é apresentada na quarta seção. Adiante, a análise do mercado de lotes vagos e de apartamentos para a cidade, perpassando por uma análise exploratória dos dados, por uma estimação de preços hedônicos para cada tipologia e, por fim, uma discussão dos resultados obtidos. A última seção conclui o capítulo.

2.1 Abordagem teórica

A literatura de economia urbana orientada pela economia neoclássica é construída sob fundamentos microeconômicos. Discute-se a organização das atividades econômicas e da localização residencial a partir do ponto de vista de maximização da utilidade dos agentes econômicos. Utilidade esta que confronta custos de transporte e consumo de espaço. A leitura neoclássica da renda da terra urbana é uma das sínteses possíveis a partir das ideias de von Thünen. Do ponto de vista dessa teoria, a compreensão da estrutura urbana e seu crescimento se deve à conciliação da lógica dos círculos concêntricos com a atuação de indivíduos racionais no mercado de terras urbanas. Dessa forma, sob fundamentação microeconômica, a maximização da utilidade dos agentes conforma o espaço urbano a um equilíbrio das diversas forças presentes no mercado, um equilíbrio espacial.

Diversos autores seguem essa linha de pesquisa, tendo como destaque a síntese dessas ideias e o desenvolvimento de um modelo inicial William Alonso (1964). A partir dele, autores como Mills (1967) e Muth (1969) desdobraram a teoria, sendo essas três obras consideradas como o início do campo de estudo *urban economics* (CHERRIER; REBOURS, 2018). Ao longo do tempo, pode-se mencionar referências importantes para o aprimoramento dessas ideias e que já iniciam um processo de complexificação do modelo e relaxamento de hipóteses, como em Brueckner et al. (1987), Fujita (1989) e Anas et al. (1998).

O modelo mais simples fornece intuições tanto para análises estáticas quanto dinâmicas para as cidades. De início, tem-se que a principal questão é entender os diferentes preços da terra ao longo do tecido urbano. Isso se deve fundamentalmente à acessibilidade dos diversos lugares aos postos de trabalho. E como o grande volume de trabalhos se localiza no centro da cidade, por conta de forças aglomerativas, a questão se torna a acessibilidade para o centro. Ademais, os postos de trabalho são incluídos de forma exógena no modelo, isto é, são considerados como um valor externo, sem que seja determinado pelas condições do modelo. Essa é a forma que o modelo monocêntrico lida com as questões iniciais. Sob esse contexto, a localização de cada atividade e indivíduo na cidade será definida por uma espécie de "leilão espacial", onde aquele agente que pagar o maior preço terá o direito de se localizar em determinada localidade (DURANTON; PUGA, 2015).

Assim, haverá um gradiente de renda que parte do centro da cidade, chamado de *Central Business District* (CBD). Quanto mais afastado do CBD, maior o custo do indivíduo

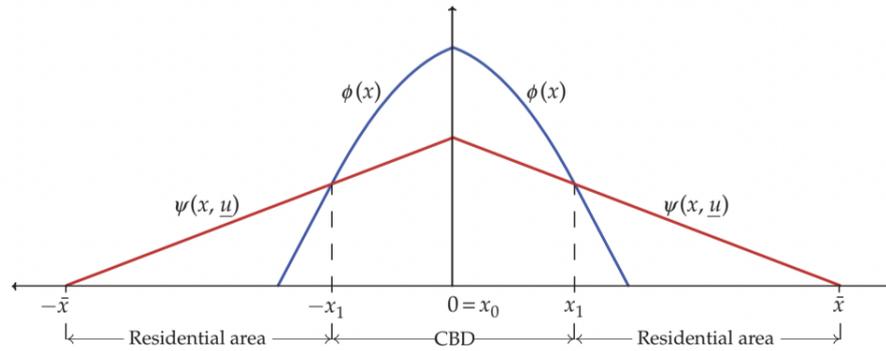
em relação ao transporte, logo a sua restrição orçamentária é constrangida. Digamos que o consumidor receba uma renda (w) e tenha o custo por unidade de transporte (τ). Assim, localizando-se a uma distância x do CBD, o que sobra para o indivíduo é $w - \tau x$. Isto é, quanto o indivíduo tem para gastar em moradia e os outros bens de sua cesta de consumo. Considerando que o custo da moradia é uma função linear da distância, temos que a restrição orçamentária de um indivíduo será:

$$w - \tau x = P(x)h + z. \quad (1)$$

onde h é a quantidade de espaço consumido e z é a quantidade de outros bens (DURANTON; PUGA, 2015, p. 473).

A derivação da maximização da utilidade do indivíduo, com respeito à sua restrição orçamentária, nos dá a condição (dita condição de Alonso-Muth) em que o preço da terra diminui com o aumento da distância do centro. Essa é a construção do tal gradiente. Outra condição derivada disso é que o consumo de espaço aumenta conforme a distância. Isso significa que em localidades mais distantes, pelo preço da terra ser mais barato, abre a possibilidade de maiores pedaços de terra para os indivíduos. Essa condição é fundamental para estabelecer o *trade-off* desse modelo: os indivíduos irão escolher entre localização e consumo de espaço (DURANTON; PUGA, 2015, p. 478).

Em representação da discussão conduzida por Ogawa e Fujita (1980), Duranton e Puga (2015) ilustram (Figura 1) as funções de *bid-rent* dos imóveis comerciais (em azul) e residenciais (em vermelho). Define-se como função *bid-rent* (oferta-renda, em tradução literal) a curva do maior valor que um indivíduo está disposto a pagar pela terra, a uma distância x do centro e que o nível de utilidade se mantenha constante (DURANTON; PUGA, 2015, p. 475). Ao centro, no ponto x_0 , é o centro da cidade. À medida que se afasta ao longo do eixo x , seja à direita ou à esquerda, o preço da terra decai. A região central, como visto, é ocupada pelos imóveis comerciais. O ponto de transição da curva (x_1 e $-x_1$) é no encontro dos gradientes, onde termina o espaço do CBD. A partir desse ponto, a ocupação passa a ser residencial, pois as famílias em busca de residência têm maiores lances no leilão espacial do mercado, isto é, aufere-se maior renda com o uso residencial. O limite do espaço urbano se encontra onde não há mais demanda por espaço (pontos \bar{x} e $-\bar{x}$). Esse esquema sintetiza a relação discutida aqui entre localização e uso do solo no espaço urbano na visão de Alonso.



Fonte: Duranton e Puga (2015, p. 513).

Figura 1: Equilíbrio espacial no modelo monocêntrico

Apresentado o modelo canônico de estrutura urbana de Alonso (1964), na subseção 2.1.1, busca-se situar o modelo dentro do campo da economia urbana e como os estudos prosperam a partir de Alonso, Muth e Mills. Além disso, apresenta-se nas subseções em seguida, tópicos complementares ao modelo original. Em síntese, pode-se destacar três aspectos importantes que se desdobram a partir do modelo original, seja por este propiciar o debate a respeito (como no caso de transporte e a policentralidade), seja por outros aspectos da realidade urbana que interferem diretamente nas conclusões do modelo (como o caso do zoneamento, entre outras possíveis legislações urbanísticas). Os dois primeiros citados, transporte e policentralidade, distinguem-se, entretanto, no fato de que o transporte (ou os custos de transporte) é uma das variáveis do modelo original de Alonso (1960, 1964), enquanto que a policentralidade vem de uma crítica ao pressuposto de mercado de trabalho exógeno e concentrado no centro da cidade. As subseções a seguir trazem um breve panorama dessas questões.

2.1.1 Revisão de literatura

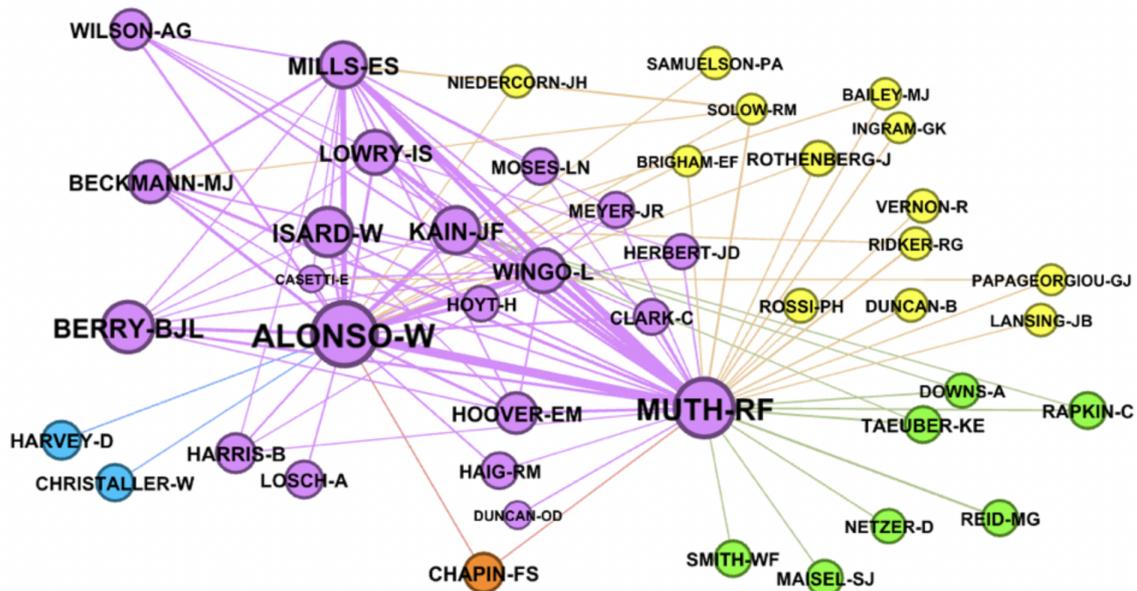
Até os anos 1960, praticamente não existia um campo de estudo unificado ou estudos que se preocupassem com as questões urbanas de fato dentro da economia. A princípio, os problemas da realidade não eram considerados como causados pelas cidades, pelas relações socioeconômicas estabelecidas no tecido urbano. As cidades eram consideradas apenas como o local onde os principais movimentos aconteciam. Contudo, alguns fatores fizeram com que o campo ficasse em evidência de 1960–80, para só então retomar proeminência na década de 1990, com a "Nova Geografia Econômica". Em geral, o campo da economia urbana foi guiado por movimentos externos que aconteciam na realidade urbana, como

uma onda de protestos na década de 1960, ora por mudanças epistemológicas de dentro do campo da economia (SOJA, 2013; CHERRIER; REBOURS, 2018).

Cherrier e Rebours (2018), em uma das postagens da série *Economists in the City*, organizada por um centro da Universidade de Cambridge, realizaram uma análise das conexões intelectuais do campo da economia urbana a partir dos textos do trio Alonso, Muth e Mills (AMM). Essas conexões são as cocitações entre os diversos autores que se debruçaram a respeito das questões urbanas sob a ótica da economia urbana. A metodologia utilizada pelos autores estabelece períodos de 5 anos, desde 1965 até 2009, de forma que se estabelece uma rede a cada recorte.

As discussões propostas por Alonso, Muth e Mills a respeito da localização e uso do solo nas cidades atraíram as atenções de diversos intelectuais preocupados com as transformações das cidades, como a suburbanização, que se observavam. Concentrados nos Estados Unidos, diversos profissionais da área de economia dos transportes, engenheiros e geógrafos estabeleceram as primeiras conexões relevantes no início da década de 1970 (CHERRIER; REBOURS, 2018). Na Figura 2 a seguir, é possível visualizar a rede de cocitação do período de 1970 a 1974. Pela metodologia do algoritmo, apenas as conexões com mais de 11 citações são aparentes, de forma que o tamanho dos traços é proporcional ao número das citações. As cores foram definidas pelo algoritmo do método, onde estabelecem subgrupos. Além dos três autores principais, pode-se destacar outras personalidades relevantes para o campo de estudos urbanos (e regionais) como Walter Isard, um dos principais autores da ciência regional, e os geógrafos Walter Christaller e David Harvey, ambos com contribuições fundamentais para o campo da geografia e com repercussões na economia.

Outra pessoa importante para o campo é Lowdon Wingo. Sua contribuição mais importante se deu fora do campo teórico, na realidade. Junto ao professor Harvey Perloff, conseguiram recursos junto à Fundação Ford para financiar pesquisas no assunto, motivados pela insatisfação com projetos urbanísticos da década de 1950. O tema ganhou ainda mais destaque no mundo acadêmico após a publicação da obra "Morte e Vida das Grandes Cidades Americanas", de Jane Jacobs (1961). Políticas de enfrentamento de problemas com congestão urbana, poluição, moradia, entre outros, ganharam notoriedade entre os economistas. Contudo, o campo da economia urbana não prosperou mais do que esse momento da década de 1970. Ainda não havia uma unificação teórica, nem um grande



Fonte: Cherrier e Rebours (2018).

Figura 2: Rede de cocitação de autores a partir de AMM (1970–1974)

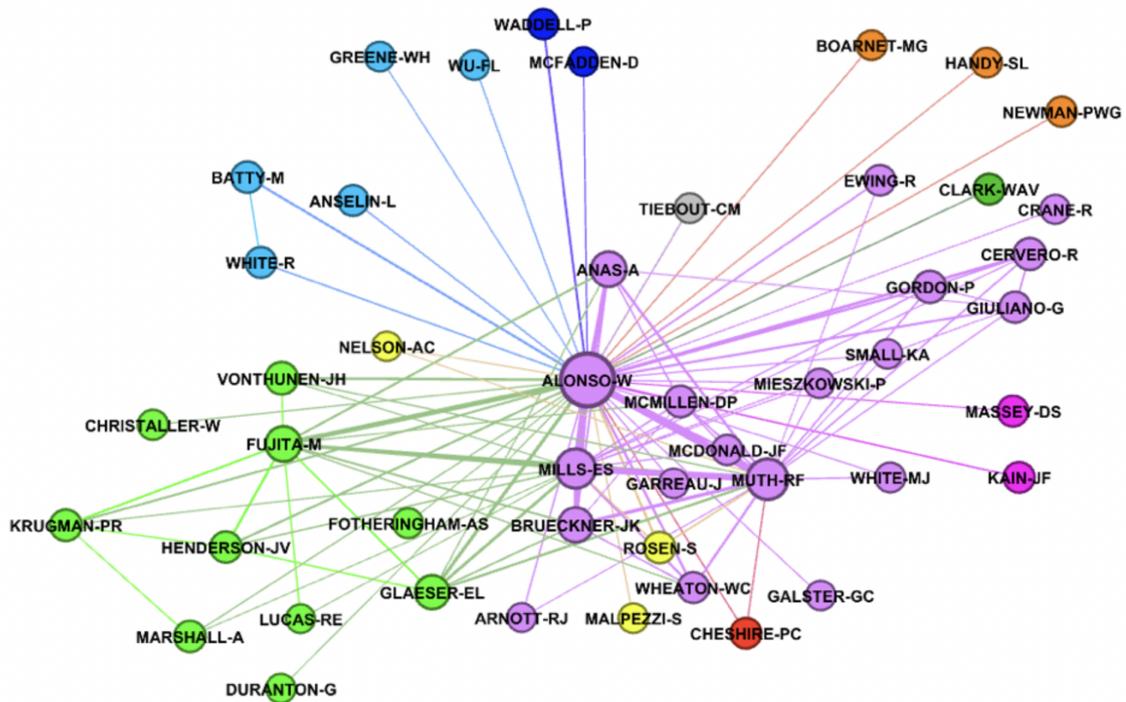
volume de revistas dedicadas ao assunto (CHERRIER; REBOURS, 2018).

Ao longo da década de 1980, a economia urbana enfrentou as mudanças epistemológicas que a economia como um todo enfrentava. Concomitantemente à popularização da computação e do acesso a microdados, os modelos microfundamentados, sendo Robert Lucas um dos economistas mais destacados, se tornaram a vanguarda dos estudos econômicos. Contudo, os estudiosos ainda não haviam se adaptado a essa abordagem empírica, e o campo permanecia difuso (CHERRIER; REBOURS, 2018).

Paul Krugman foi o principal autor a dar nova vida aos estudos regionais e urbanos, sendo considerado um dos proeminentes da geografia econômica na década de 1990. A "Nova Geografia Econômica", liderada por Krugman, unificou os campos da economia urbana, regional e internacional a partir de bases microeconômicas fora da competição perfeita (ganhos de escala e imobilidade de fatores) (KRUGMAN, 1991). Contudo, Edward Glaeser o criticava pela ênfase dada aos custos de transporte. Em substituição, Glaeser propôs dar ênfase à migração apoiado na perspectiva da teoria das aglomerações (CHERRIER; REBOURS, 2018). Por exemplo, em Haddad et al. (2017), explora-se os efeitos sobre os salários no meio urbano, com base analítica sobre as economias de aglomeração e se distanciando do modelo monocêntrico.

A configuração mais recente da economia urbana se tornou muito mais dispersa, em relação à configuração dos anos 1970. Pela Figura 3, é possível visualizar a distribuição

dos autores em maior quantidade de subgrupos. Estão representadas apenas as ligações com mais de 15 citações, e o tamanho dessas linhas é proporcional a quantidade de citações.

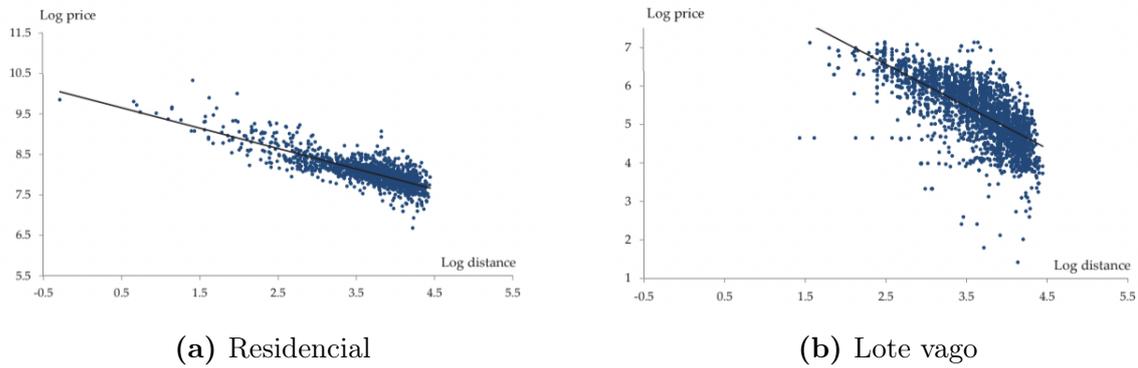


Fonte: Cherrier e Rebours (2018).

Figura 3: Rede de cocitação de autores a partir de AMM (2005–2009)

Contudo, pode-se destacar diversos estudos contemporâneos que têm o modelo monocêntrico como base analítica. Em estudo a respeito da relação entre densidade populacional e preço da terra, Combes et al. (2019) apresentam a relação entre distância e preços residenciais e de lotes vagos (Figura 4). Pode-se dizer que a estrutura de preços nas regiões urbanas da França segue os preceitos do modelo clássico de economia urbana. No eixo x, está o logaritmo da distância ao centro, enquanto que, no eixo y, está representado o logaritmo do preço. A relação negativa entre densidade populacional e distância ao centro também tem sua relevância no debate.

Outros estudos se utilizam do modelo monocêntrico para analisar a estrutura urbana. Segundo o estudo de (SALVATI; CARLUCCI, 2014), por exemplo, tanto em uma estrutura urbana atual dita policêntrica, quanto para uma cidade de forma compacta (Atenas) e uma dispersa (Roma), o modelo monocêntrico se apresenta viável como referência. Apesar dos resultados serem opostos no estudo, isto é, cidades compactas estão relacionadas a melhor eficiência no uso do solo, enquanto o mesmo não se verifica para cidades dispersas,



Fonte: Combes et al. (2019, p. 15).

Figura 4: Valor/m² x distância ao centro da área urbana, em Paris, França

o ponto a se destacar deste estudo é que com poucos pressupostos, o modelo monocêntrico obteve bom poder preditivo.

Antes de adentrar em outras questões do modelo monocêntrico, como a dos transportes, é importante mencionar diversos outros fatores importantes que contribuem para o crescimento do espaço urbano. Esses fatores podem ser analisados como complementares ao modelo monocêntrico apresentado acima, uma vez que o modelo original se prende às questões de transporte basicamente. Além do aumento da renda dos cidadãos, investimentos em infraestrutura e subsídios ao transporte, pode-se mencionar algumas análises sobre a fuga dos centros urbanos e facilidades de acesso ao crédito imobiliário (GLAESER; KAHN, 2004). Questões de zoneamento também são importantes e serão discutidas mais à frente. Importante destacar que as pesquisas se concentram em países desenvolvidos, especialmente nos Estados Unidos, onde o processo de suburbanização é marcante.

Atualmente, as mudanças epistemológicas do campo de estudo se voltaram para a defesa de modelos urbanos bem ajustados empiricamente, movimento capitaneado por Glaeser. Segundo Cherrier e Rebours (2018), é perceptível essa alteração no foco do campo de estudo através do editorial do *Handbooks in Urban and Regional Science* (Manuais em Ciência Urbana e Regional, em tradução livre), uma das principais publicações da área, cujos editores são Gilles Duranton, J. Vernon Henderson e William Strange. Segundo os editores, a publicação se concentra em tópicos urbanos tradicionais em detrimento da teoria da aglomeração.

Entre as discussões críticas, apresenta-se a do geógrafo Edward Soja (2013). Segundo o autor, as teorias urbanas conduzidas pelo trio AMM apresentavam inconsistências teóricas relevantes. A primeira delas diz respeito à dicotomia urbano-suburbano, ao se conside-

rar como realidades completamente diferentes entre elas, sendo não condizente com as mudanças observadas ao longo das décadas. As conexões entre o rural e o urbano se estabelecem de forma complementar e a densidade populacional tem se tornado mais homogênea (MONTE-MÓR, 2006; SOJA, 2013).

A outra crítica do autor é direcionada ao início do modelo monocêntrico dos anos 1970. A inconsistência se deve à teoria partir de um modelo de cidade já não mais presente na realidade americana, sendo que os estudos idealizaram a cidade industrial do século anterior. Nas palavras do próprio autor:

Mesmo quando o desenvolvimento metropolitano avançava à sua volta, os estudiosos da Escola de Chicago desenvolveram modelos inovadores que se aplicavam não à Chicago de então, mas à forma urbana capitalista industrial do século XIX que ainda sobrevivia: compacta, densamente centralizada, com forças centrípetas e centrífugas emanando quase que totalmente da aglomeração residencial e industrial no centro pululante da cidade. Esta era literal e figurativamente “a cidade”, e foi esta cidade que dominou os estudos urbanos e, em especial, a teoria espacial urbana e a geografia urbana, largamente adentrando a era da metrópole moderna (SOJA, 2013, p. 153)

Por fim, Soja (2013) defende que os estudos se voltem para a questão metropolitana, em superação ao modelo de cidade capitalista industrial, ainda que os efeitos dessa fase estejam ainda presentes na composição urbana atual.

Realizada a apresentação da história intelectual do modelo canônico e alguns estudos contemporâneos a respeito da estrutura urbana, cabe apresentar discussões que circundam a teoria. São tópicos contemporâneos a respeito do estudo de estruturas urbanas. Como escrito antes dessa subseção, trata-se de abordar a discussão dos custos de transporte e das policentralidades com implicações diretas do modelo canônico, e ainda o impacto de políticas urbanísticas na composição do uso do solo e os preços ao longo do território.

2.1.2 Transporte

Por ser um fator fundamental para a análise da distribuição espacial das atividades nas cidades, cabe adentrar-se na discussão sobre o transporte. A relação entre uso do solo urbano e acessibilidade – aqui entendida como condições de acesso de indivíduos a um espaço privilegiado – são discutidas desde antes da teorização de Alonso (HANSEN, 1959). Diante disso, diversas abordagens emergiram sob diferentes enfoques, normalmente condizentes com as problemáticas de cada área de estudo.

Dentre os modelos, o utilizado pelos economistas urbanos trata da escala agregada e tem o menor nível de complexidade. Por consequência, comportam maior generalidade, sendo possível tratar de aspectos convergentes. Por outro lado, pode-se pensar em modelos mais complexos, como os que se utilizam dos conceitos de entropia e teoria de sistemas. Ou até do ponto de vista individual, lidando com a decisão da forma de se locomover do indivíduo diante de suas possibilidades (ACHEAMPONG; SILVA, 2015).

Entender a locomoção como o principal fator explicativo para diferenças de preço e renda no espaço possibilita, portanto, pensar que o crescimento de uma cidade seja orientado pelo transporte (TOD - pela sigla em inglês referente à *Transit Oriented Development*). No artigo de Newman e Kenworthy (1996) são apresentados alguns modelos de cidades que se (re)desenvolveram ao longo dos seus sistemas de transporte, ou seja, não há nada de universal ou estático no processo de urbanização. Esse movimento, inclusive, foi denominado *New Urbanism* (Novo Urbanismo, em tradução literal). Interessante notar que em regiões mais afastadas do centro urbano, as aglomerações se formam no entorno das estações de transporte coletivo.

Em Ewing e Cervero (2001), há uma grande compilação de estudos que tratam de transporte e urbanização. A preocupação inicial do artigo surge a partir das limitações de um crescimento urbano voltado para rodovias e transporte individual. A noção de mudança climática, congestão urbana, entres outros problemas associados, são marcantes da época do artigo, onde essas discussões ganhavam relevância. Vários estudos de caso foram aplicados ao longo dos anos tentando medir o impacto dessas políticas de desenvolvimento orientado pelo transporte nos preços de imóveis. Pode-se citar os casos de Bogotá, Colômbia (RODRIGUEZ; MOJICA, 2008), Hong Kong (AVELINE-DUBACH; BLANDEAU, 2019) e São Diego, EUA (DUNCAN, 2011).

2.1.3 Mercado de trabalho e policentralidade

Um ponto ainda pouco abordado por essa revisão e que é um dos pontos centrais das ideias do modelo em questão é o mercado de trabalho. Como dito anteriormente, são incluídos de forma exógena. Logo, é assumido que a concentração de empregos esteja no centro e parte-se desse postulado sem que haja maior profundidade nessa questão. No entanto, as ideias de heterogeneidade e policentricidade discutem essa hipótese indiretamente, no sentido de que onde há atividade econômica, há demanda por mão-de-obra.

Assim, o avanço da modelagem precisa controlar os efeitos do mercado de trabalho na estrutura urbana, podendo esta ser difusa ao longo do território. Uma vez controladas, no limite, as condições de acessibilidade se tornariam a grande variável explicativa para os gradientes espaciais de renda, exatamente como no modelo de Alonso. Contudo, é preciso cuidado para tratar dessas hipóteses que questionam o modelo de Alonso. O mau tratamento dessas variáveis em um modelo pode provocar viés e, conseqüentemente, conclusões equivocadas a respeito do assunto (AHLFELDT, 2011).

Um passo adiante na literatura, e que acompanhou transformações na realidade urbana nas últimas décadas, é tratar a heterogeneidade espacial e as cidades policêntricas nos modelos. A heterogeneidade pode ser vista de duas maneiras: uma é a forma como as atividades econômicas se distribuem no espaço em função da sua escala e área de mercado, fortemente relacionada às ideias de forças de aglomeração e centralidade econômica, como em Faggio et al. (2017). Essa organização heterogênea das atividades abre espaço para uma discussão de aspectos econométricos de heterogeneidade espacial. Isso significa modelar o impacto diferenciado de certas variáveis nos preços dos imóveis ao longo do espaço. Por exemplo, a idade do imóvel tem um efeito maior em uma região do que em outra na determinação do preço (ver Helbich et al. (2014)).

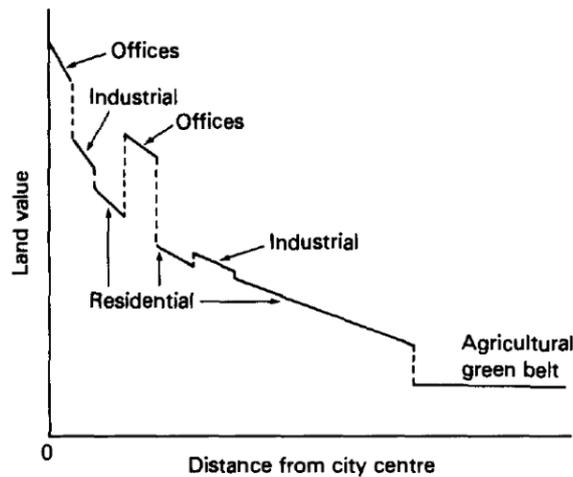
A policentricidade pode ser vista como uma heterogeneidade espacial bem desenvolvida. Isso significa que a cidade comporta áreas de concentração de serviços além do CBD. Essa estrutura espacial desafia o modelo monocêntrico no sentido de que o gradiente de renda pode não ser mais decrescente no espaço a partir do centro. Essa estrutura policêntrica se cria pelo confronto de forças aglomerativas e desaglomerativas, especialmente em se tratando de uma economia terciária crescente. Avanços na infraestrutura de transporte coletivo também influenciam a criação de novas centralidades urbanas (AHLFELDT; WENDLAND, 2013, p. 77). Embora muitos desses estudos se concentrem em imóveis comerciais, os preços dos imóveis residenciais podem ser influenciados em função do comércio ao entorno. Além disso, abre espaço para pensar centros residenciais valorizados em localidades distantes do CBD, como a própria ideia de suburbanização permite.

2.1.4 Zoneamento

O próximo passo é compreender as motivações por trás do zoneamento dentro da lógica de economia urbana, tema este que não está presente nas discussões originais do modelo monocêntrico, mas que são importantes para o assunto, de modo que afetam o ambiente urbano, especialmente em termos de potencial construtivo. Esse tema será retomado no segundo capítulo. O argumento principal – do ponto de vista econômico – para a implementação de tal política é a de que o mercado de terras urbano provoca externalidades negativas em sua vizinhança (CRECINE et al., 1967). Isto é, o estabelecimento de um imóvel em determinado local exerce uma influência indireta sobre todos os outros imóveis vizinhos a ele. Do mesmo modo que ele sofre a influência de outros.

O caso mais clássico para se argumentar por uma política de zoneamento é o caso de uma indústria ao lado de imóveis residenciais. O barulho e a poluição causados por essa indústria é indesejada do ponto de vista dos residentes e a autoridade pública local intervém, por meio do zoneamento, para impedir que atividades distintas se encontrem numa mesma vizinhança (OHLS et al., 1974). Uma outra questão que costumeiramente é utilizada em favor de uma política de controle do espaço urbano está em favor da arrecadação tributária local para oferta de serviços públicos, o que na literatura se encontra como *fiscal zoning*. A partir desse entendimento, abre-se espaço para uma miríade de abordagens a respeito dos impactos do zoneamento.

A configuração do espaço urbano sob a ótica do zoneamento é discutida por diversos autores. No modelo de Evans (1983), de inspiração nas ideias de Alonso e Muth, apontam-se essas questões que são relevantes para compreender a interseção entre os gradientes de renda ao longo do processo de urbanização. Devido à regulação estatal nas cidades, como os zoneamentos e as diretrizes de uso e parcelamento do solo, o autor argumenta que os preços pelos mesmos pedaços de terra se elevam caso não houvesse as intervenções. E como o planejamento não é homogêneo ao longo do território, pois justamente visa organizá-lo a fim de equilibrar o desenvolvimento entre áreas desiguais, os gradientes podem não ter uma forma de decaimento sutil. Taxação da terra e poderes econômicos sobre a terra também são citados como fatores que impulsionam os preços na cidade. Uma exemplificação da configuração urbana de Evans pode ser vista na Figura 5. Porém, importante destacar que na literatura também há evidências de relação inversa entre zoneamento e preços da terra (como em Freemark (2020)).



Fonte: Evans (1983, p. 121).

Figura 5: Preço da terra numa cidade com zoneamento

Após repassar todos os pontos mencionados, espera-se que as principais ideias, hipóteses e resultados do modelo microfundamentado tenham sido apresentados. Há, contudo, vasta literatura a ser explorada e que certamente teria espaço nessa revisão. Importante frisar que grande parte da linha de pesquisa se dá em termos empíricos, cujos estudos serão explorados na parte de aspectos metodológicos a seguir. Discussões de ordem quantitativa serão fundamentais para as pretensões da dissertação. Além disso, a hipótese a ser discutida será apresentada na seção posterior, relativa à especificação do modelo. A hipótese construída está atrelada à discussão apresentada até aqui, onde se procura entender a composição dos preços ao longo da estrutura urbana das cidades.

2.2 Aspectos metodológicos

Essa seção está dedicada à apresentação dos aspectos metodológicos que envolvem a pesquisa. O modelo monocêntrico em escrutínio tem como resultado a diferença de preços no espaço. Desta forma, uma análise a respeito deste requer um método de avaliação imobiliária para abordar a questão. Nos parágrafos a seguir, apresenta-se os métodos de avaliação imobiliária mais presentes nas discussões a respeito. Dentre eles, o mais propício parece ser o modelo de preços hedônicos, a ser apresentado em maiores detalhes em seguida. Por fim, as outras subseções tratam de aspectos complementares. Esses aspectos são de suma importância para a construção da abordagem metodológica, de forma que as variáveis utilizadas sejam apropriadas para o teste da hipótese levantada. Os tópicos

abordados são a definição do que se considera o centro comercial do estudo de caso, como modelar a acessibilidade para o território e as considerações da econometria espacial para uma boa especificação de um modelo econométrico para observações espaciais, como é o caso do modelo de preços hedônicos para avaliação imobiliária.

Existem diversos métodos que pesquisadores, setor público e entidades privadas utilizam para calcular um índice de preços de imóveis que consiga refletir todas as características construtivas e dinâmicas do mercado descritas anteriormente. Em geral, as metodologias são construídas de acordo com os objetivos propostos e não necessariamente têm grande poder explicativo ou de generalização (PAGOURTZI et al., 2003; JORGENSEN, 2008). Ainda, há de se pensar em todas as questões envolvidas na construção de uma base de dados, como tamanho amostral e a quantidade de características dos imóveis (PAIXÃO, 2015). Num contexto de ampliação do uso de ferramentas estatísticas, computadorização e acessibilidade dos dados - como *big data* -, os objetivos e as metodologias destes índices ganham evidência e potencialidades (BARKHAM et al., 2018; EYMELOUD, 2018).

Pagourtzi et al. (2003) define dois grupos de métodos de avaliação, separando-os entre os tradicionais e os avançados. Em sua maioria, os métodos realizam alguma forma de comparação para determinar o preço de um imóvel (PAGOURTZI et al., 2003, p. 385). Dentre os métodos tradicionais, o mais amplamente utilizado é o método comparativo. O método consiste em avaliar o preço de um imóvel a partir do valor de venda de um outro imóvel com características semelhantes. A forma de avaliação é geralmente subjetiva e realizada pelo avaliador, usualmente com experiência e conhecimento do mercado local. Por conta disso, o método é dependente da disponibilidade de transações que permitam realizar a operação, o que pode se tornar um empecilho para a avaliação em regiões com menor volume de transmissões, ou a falta de imóveis com anos de construção, padrões arquitetônicos e utilidades semelhantes, por exemplo (PAGOURTZI et al., 2003).

A literatura de avaliação imobiliária desenvolvida no Reino Unido e nos Estados Unidos, lugares de referência desta área, consideram o método comparativo como preciso e confiável (PAGOURTZI et al., 2003, p. 399). No contexto brasileiro, existe a Norma Brasileira de Avaliação de Bens, NBR 14653, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que também descreve o método comparativo de mercado como sendo o recomendado. Esse método é reafirmado pelo ex-Ministério das Cidades, através do Programa

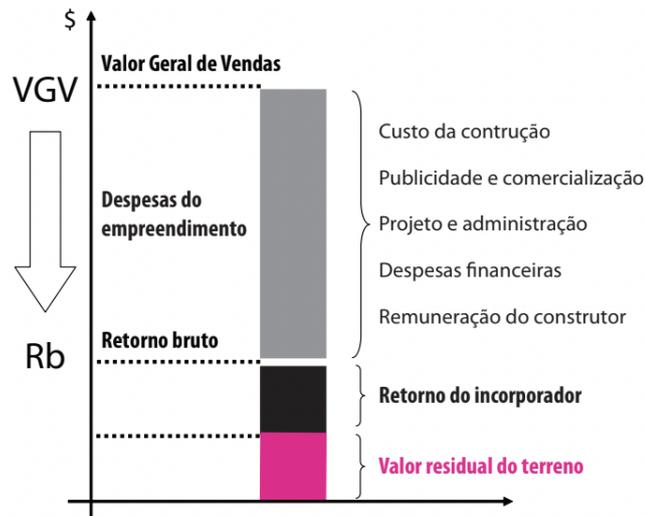
de Apoio aos Municípios em Tributação Imobiliária (SERBANOIU, 2019).

Para os imóveis pertencentes a submercados mais específicos, onde não há um considerável volume de transações para que sejam feitas as comparações, outros métodos para a avaliação do imóvel surgem a partir da ideia do investimento necessário ou do retorno obtido (PAGOURTZI et al., 2003). Menciona-se, a princípio, três destes. O primeiro é o método de capitalização da renda, que consiste em trazer para o valor presente as rendas potenciais com o rendimento do imóvel a partir do aluguel deste. Já o segundo método aplica-se para aqueles imóveis que não auferem renda ao proprietário, mas que são utilizados como unidade produtiva. O preço de um imóvel é deduzido pelo lucro potencial do estabelecimento no intervalo de um ano. Exemplos de imóveis cujo preço podem ser deduzidos pelo método dos lucros são hotéis, restaurantes, cinemas, entre outros. Por fim, o último método consiste em avaliar o preço de imóveis cuja ocupação é ainda mais específica. O exemplo dado por Pagourtzi et al. (2003, p.391) é de uma refinaria de petróleo. Por este método, o preço estabelecido para a aquisição deste imóvel é calculado através do provável custo de reconversão do estabelecimento para outra atividade econômica.

Destaca-se ainda o método residual, onde é possível visualizar a decomposição entre o preço da terra e o preço da construção, isto é, "expressa a própria mecânica da geração dos preços do solo urbano" (JORGENSEN, 2008, p. 65). Jorgensen (2008) discorre sobre o método pois este é representativo da forma com que os empreendedores imobiliários atuam no mercado, definindo a disposição máxima a pagar por uma parcela de terra urbana. Além disso, a partir da análise residual dedutiva, permite-se identificar a contribuição de cada agente privado – o incorporador, o construtor e o proprietário do terreno – na formação de preços, auxiliando a formulação de políticas públicas de taxação de outros instrumentos urbanísticos como a Outorga Onerosa.

De forma simplificada, o método consiste em deduzir do Valor Geral de Vendas (VGV) as despesas do empreendimento, que envolvem os custos da construção, remuneração do construtor e outros gastos atrelados ao processo, como projeto, publicidade e despesas financeiras, como na Figura 6. Feito isso, obtém-se o retorno bruto (Rb) do empreendimento, que é repartido entre o incorporador e proprietário do terreno. O valor do proprietário é o valor residual do terreno, isto é, o valor máximo que o empreendedor pagaria pelo terreno urbano para que o investimento fosse rentável e o negócio seja realizado. No retorno bruto, a proporção entre os dois agentes depende das condições de mercado.

Também é importante mencionar que os agentes envolvidos na dinâmica podem ser as mesmas pessoas, físicas ou jurídicas (JORGENSEN, 2008).



Fonte: Jorgensen (2008, p. 66).

Figura 6: Representação do método residual

Dentre os métodos avançados da categorização de Pagourtzi et al. (2003), compara-se os métodos de redes neurais artificiais e o de preços hedônicos. O primeiro consiste em procedimentos computacionais que determinam, a partir de uma amostra de treinamento e uma rotina de aprendizado, determinar o valor esperado para outros imóveis. Por trás do método define-se uma função de pesos a se considerar ao avaliar as características da amostra a fim de determinar o fator de influência de cada variável num modelo. Contudo, esse método é considerado uma "caixa-preta", pois não é possível precisar a contribuição de cada variável na composição do valor previsto, diferentemente dos modelos de preços hedônicos. Por sua vez, o método de preços hedônicos consiste num modelo econométrico, onde se consegue extrair, através dos coeficientes, a análise da contribuição marginal de cada variável na determinação dos preços de um imóvel.

Paixão (2015), por sua vez, discrimina as metodologias em três grupos: método de vendas repetidas (e sua variante de método comparativo de mercado), método de estratificação e método de preços hedônicos. Dentre eles, a estatística mais simples, obtida através do método de vendas repetidas, é a obtenção de uma tendência central dos imóveis transacionados, sendo a mediana preferível à média em controlar valores extremos. O método da estratificação consiste em fazer a análise em recortes geográficos de interesse, buscando identificar melhor as tendências em contextos mais homogêneos e, então, com-

parar com outros extratos da amostra. Por fim, o método de preços hedônicos, que será melhor explorado à frente, utiliza-se de estatísticas mais robustas que os demais métodos. Como já dito anteriormente, através de econometria, busca-se encontrar o peso de cada atributo na determinação dos preços.

Cada método tem suas vantagens e desvantagens, inclusive, podendo ou não ser viável para determinados contextos. O método de vendas repetidas, por exemplo, tem maior viabilidade onde há maior fluxo de transações de imóveis. Além disso, pode-se pensar ainda na combinação desses métodos, sempre em busca de estatísticas que controlam melhor o ambiente e obtêm os objetivos propostos (NADALIN; FURTADO, 2011; PAIXÃO, 2015). O método de preços hedônicos é o mais indicado para avaliações em massa, isto é, para uma melhor previsão de valores de imóveis que não foram transacionados (BOURASSA et al., 2003, p. 27), como é o objetivo deste estudo. Portanto, apresenta-se em maiores detalhes o método de preços hedônicos e variáveis importantes para a sua construção nas subseções a seguir. Procura-se construir, ao longo das próximas páginas, o marco metodológico da pesquisa, de forma a justificar decisões tomadas com o intuito de atingir os objetivos propostos.

2.2.1 Preços hedônicos

Para a parte quantitativa do estudo, o método a ser aplicado será o de preços hedônicos (HPM, sigla proveniente do termo em inglês *Hedonic Prices Model*). Com a intenção de estimar o gradiente de renda da terra ao longo do tecido urbano, espera-se que a metodologia de preços hedônicos, incorporada às discussões mais recentes a respeito do tópico, seja a mais apropriada para estimar os efeitos de determinadas características nos preços do mercado imobiliário, além de um satisfatório poder de previsão para as observações disponíveis. Como se observa adiante, é um método atual para explorar a literatura utilizada. Em função da disponibilidade dos dados, por mais que o tecido urbano de Belo Horizonte se estenda ao longo da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e também por seu colar metropolitano, a análise se restringirá para o município de Belo Horizonte.

O trabalho seminal de Rosen (1974) discute as bases teóricas do modelo, onde o objetivo é adaptar as hipóteses hedônicas para o caso de preço de imóveis. Dessa forma, o imóvel, considerado uma *commodity*, é diferenciado de outro a partir de seus atributos. O

método consiste em extrair a utilidade marginal de cada característica deste, num cenário de mercado competitivo. A determinação do preço é resultado do mecanismo de oferta e demanda, onde estão implicitamente definidas as funções de cada agente do mercado no modelo de preços hedônicos. Ainda, uma contribuição importante do autor é trazer o conceito de mercados implícitos para a análise imobiliária. Uma vez que um imóvel é um pacote de atributos, é como se existisse um mercado para cada característica e, portanto, um preço para cada atributo.

Em busca da forma ideal do HPM, uma solução relativamente simples é a transformação de Box-Cox². Assim, é possível testar se tanto a variável dependente quanto a variável independente entram na equação na forma linear, logarítmica ou algo entre elas. No entanto, esse método tem seus problemas para fazer previsão de valores de imóveis, segundo os testes realizados por Cassel e Mendelsohn (1985), que seria viés para supervalorizar os imóveis. A forma linear também tem suas vantagens em se tratando de previsão e não deve ser descartada (CASSEL; MENDELSON, 1985; NADALIN; FURTADO, 2011). Estimacões não-paramétricas ou semi-paramétricas também têm sido propostas, uma vez que o problema parte da acumulação de dados empíricos, sem a preocupação em definir a forma em que eles se distribuem (MASON; QUIGLEY, 1996; AHLFELDT, 2011).

A literatura mais atual (FURTADO, 2011; MACIEL; BIDERMAN, 2013; AHLFELDT; KAVETSOS, 2014; DUBÉ et al., 2014; GLUMAC et al., 2019; ALMEIDA et al., 2020) parte para aplicações do método em diferentes contextos e avalia a inclusão de certas características em um modelo base, assim como o efeito da construção de grandes estruturas urbanas no mercado imobiliário. A forma funcional ideal some do debate, pois formas muito flexíveis podem atrapalhar a interpretação dos resultados. As aplicações práticas presumem uma forma funcional como linear ou log-linear e então aplicam-se testes estatísticos para validar o modelo final de melhor ajuste. Além disso, a estimacão, que em teoria deveria ser em dois estágios, sendo o primeiro na obtenção dos preços implícitos de cada característica e o segundo estágio onde se obteria a função inversa de demanda desses atributos, acabou sendo resumida apenas ao primeiro estágio (TYRVÄINEN; MIETTINEN, 2000).

Algumas das teorias apresentadas anteriormente conferem um grande valor para a

²A Transformacão de Box-Cox é uma forma de estimacão econométrica não-linear. A partir de uma estimacão dessa forma, é possível avaliar se um modelo pode ser realmente linear ou logarítmico sem que esses pressupostos sejam assumidos de antemão.

localização do imóvel. Esse é o fator decisivo de um imóvel, pois a localização é única para cada construção. Portanto, a localização e todos os desdobramentos de estar em determinado lugar sempre estarão bastante presentes na literatura de preços hedônicos. Conclusões de diversos artigos confirmam a importância dessas variáveis locacionais. Com o devido ajuste, com as variáveis necessárias presentes no modelo, a performance dos modelos de preços hedônicos tem se apresentado satisfatória. Variáveis como acesso a postos de trabalho, amenidades naturais (como parques), índice de violência da região e até irregularidades na posse do imóvel são algumas das características discutidas (CHESHIRE; SHEPPARD, 1995; AHLFELDT; WENDLAND, 2011; PONTES et al., 2011; DUARTE et al., 2013; NILSSON, 2014).

Ainda, a inclusão de variáveis econômicas com potencial de afetar preços do mercado imobiliário devem ser consideradas, servindo até como uma *proxy* para variáveis omitidas (BHATTACHARJEE et al., 2012, p. 138). Por exemplo, uma *dummy* para o ano de transação de um imóvel pode refletir o contexto macroeconômico do período sem precisar adentrar nos aspectos do cenário (DUBÉ et al., 2014; ALMEIDA et al., 2020). Portanto, para a estimação de um modelo de preços hedônicos, Bhattacharjee et al. (2012) ponderam a respeito de um modelo parcimonioso, em que se considera apenas uma pequena quantidade de características do imóvel. De fato, problemas de cadastro ou na medição de certas variáveis podem atrapalhar a estimação.

Os próximos tópicos serão destinados a tratar das principais variáveis e definições necessárias para o modelo de preços hedônicos a ser estimado. A localização, como pode ser visto, será fundamental para a avaliação de um imóvel. O entendimento, discutido na teoria de Alonso (1964), é que o centro de concentração de empregos será a parcela mais cara do território, enquanto que os preços decaem à medida que se afaste do centro. Dessa forma, é preciso fazer considerações a respeito desse ponto de partida para o entendimento de toda a composição de preços relativos no espaço urbano. Além do mais, a forma de locomoção através do território para acessar o mercado de trabalho, o que se chama acessibilidade, também será abordado. Por fim, um complemento às especificações do modelo de preços hedônicos por conta das questões levantadas pelo campo da econometria espacial.

2.2.2 *Central Business District*

Ainda, outras questões são importantes para os modelos de preços hedônicos e são discutidas na literatura. Uma delas é a respeito da centralidade, definida como o pólo econômico (*Central Business District*, CBD), onde a distância a esse pólo determina a acessibilidade a emprego e alguns serviços urbanos específicos. Modelos gravitacionais surgem a partir desse conceito, de forma que a oferta de trabalho se torne endógena no modelo, e não exógena, como no modelo original de Alonso. Essa perspectiva gravitacional será a adotada nesta parte do estudo, onde o centro econômico da cidade é o lugar de maior volume de empregos³. Além disso, o centro econômico de algumas metrópoles têm se deslocado ao longo do tempo para outros pontos da cidade, ou ainda, desenvolveram multicentralidades em seus territórios. São desafios da literatura que estão postos e que ainda não foram incorporados por completo aos modelos de economia urbana (CHESHIRE; SHEPPARD, 1995; MAGALHÃES et al., 2008; AHLFELDT, 2011). Nadalin (2011) apresenta os principais modelos de cidades policêntricas⁴ e destaca que a própria geografia urbana afeta o funcionamento do mercado urbano.

Os estudos de Cavalcanti et al. (2016), Nadalin et al. (2018) e Parga (2020) trabalham com a ideia de um possível deslocamento do centro histórico como pólo de empregos no município de Belo Horizonte. A discussão se inicia por compreender o que se entende por centro. Grande parte das vezes é justamente o bairro de nome Centro, que inclusive é a forma considerada pelo estudo de Cavalcanti et al. (2016) como ponto de partida. Na análise exploratória, verifica-se que, no período 1991–2000, o Centro de Belo Horizonte teve uma queda significativa de população, assim como outros grandes centros do país. Já na primeira década dos anos 2000, voltou a receber pequeno influxo populacional. Contudo, não se pode afirmar que significa uma mudança de tendência (CAVALCANTI et al., 2016, p. 54).

A análise dos empregos em diversas regiões metropolitanas do Brasil verifica que as novas centralidades que surgiram em Belo Horizonte, Belém, Rio de Janeiro e São Paulo têm menor relevância que em outras metrópoles em estudo, possivelmente por conta de centros e subcentros consolidados (NADALIN et al., 2018, p. 14). No caso de Belo Horizonte, em específico, a região central concentra as atividades do terceiro setor, em detrimento

³Por sua vez, Christaller (1966) conceitua centralidade urbana como o lugar de concentração dos serviços centrais, isto é, aqueles de maior complexidade econômica e maior escala de mercado.

⁴Onde as principais referências são Fujita e Ogawa (1982) e Henderson e Mitra (1996).

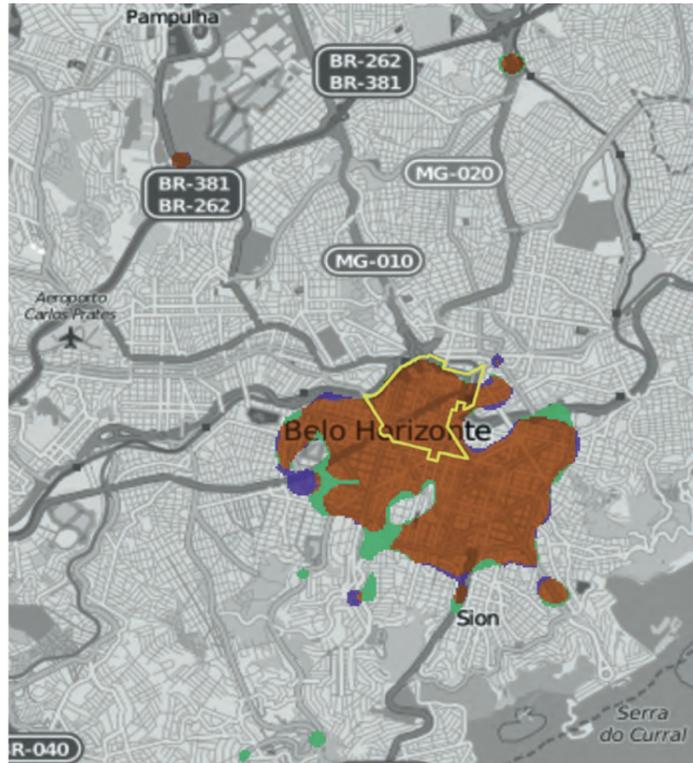
de atividades industriais, concentradas em maior número em novas centralidades, como as zonas industriais de Contagem e Betim (CAVALCANTI et al., 2016; PARGA, 2020).

A conclusão obtida é a formação de uma área central que carrega todo o poder simbólico e histórico e que abrange basicamente toda a área interna à Avenida do Contorno, como pode ser vista na Figura 7. Essa configuração contém, além do bairro Centro, bairros importantes como Savassi e Barro Preto. Praças históricas da cidade também se concentram no polígono formado pela Avenida do Contorno, como a Praça Sete (localizada no bairro Centro), a Praça da Savassi (localizada no bairro Savassi) e a Praça da Liberdade (localizada na confluência dos bairros Lourdes, Savassi e Funcionários). Dessa forma, a distância para o CBD na estimação de preços hedônicos deve ser formulada como a distância para essa grande área, como sugerido em Furtado (2007), ao invés de um único ponto. Não é possível adicionar a variável em logaritmo, como se é sugerido, pois os imóveis dentro dessa mancha teriam valores infinitos para a variável de distância. Por fim, importante destacar que a parcela adjacente ao sul da área central, que se estende pela regional Centro-Sul, é também de grande relevância do ponto de vista econômico para Belo Horizonte, como será visto ao longo da pesquisa.

No Mapa 1 a seguir, é possível visualizar a inserção da área central de Belo Horizonte no território. Em amarelo, o bairro Centro, como destacado na imagem anterior. Em hachurado, a área considerada o *Central Business District* para o presente estudo, restrito à Avenida do Contorno. Ainda é possível visualizar as regionais do município pelas linhas cinzas, onde muitas vezes os limites entre elas estão encobertos pelas vias arteriais, em vermelho. Pode-se perceber que praticamente todas as vias arteriais partem da área central, com exclusão do Anel Rodoviário e uma via na regional Barreiro, a Via do Minério (Rodovia MG-040).

2.2.3 Acessibilidade

Em contrapartida à distância para o ponto central da cidade, há o conceito de acessibilidade, que corresponde ao acesso a oportunidades de emprego (HADDAD et al., 2017). Nesta linha, o artigo de Ahlfeldt (2011) tem como objetivo conseguir modelar a acessibilidade de forma apropriada. Com esse controle na estimação, os resultados de um gradiente de renda do ponto de vista “Alonsiano” são favoráveis, segundo o autor. Para isso, a acessibilidade deve ser incluída permitindo dispersão do emprego, heterogenei-



Fonte: Cavalcanti et al. (2016, p. 117). Obs.: Centralidades em marrom; centralidades que deixaram de ser centralidades em roxo; novas centralidades, ou seja, aquelas que não eram centralidades em 2002 em verde; perímetro da área central de referência (bairro Centro) em amarelo.

Figura 7: Centralidades de Belo Horizonte

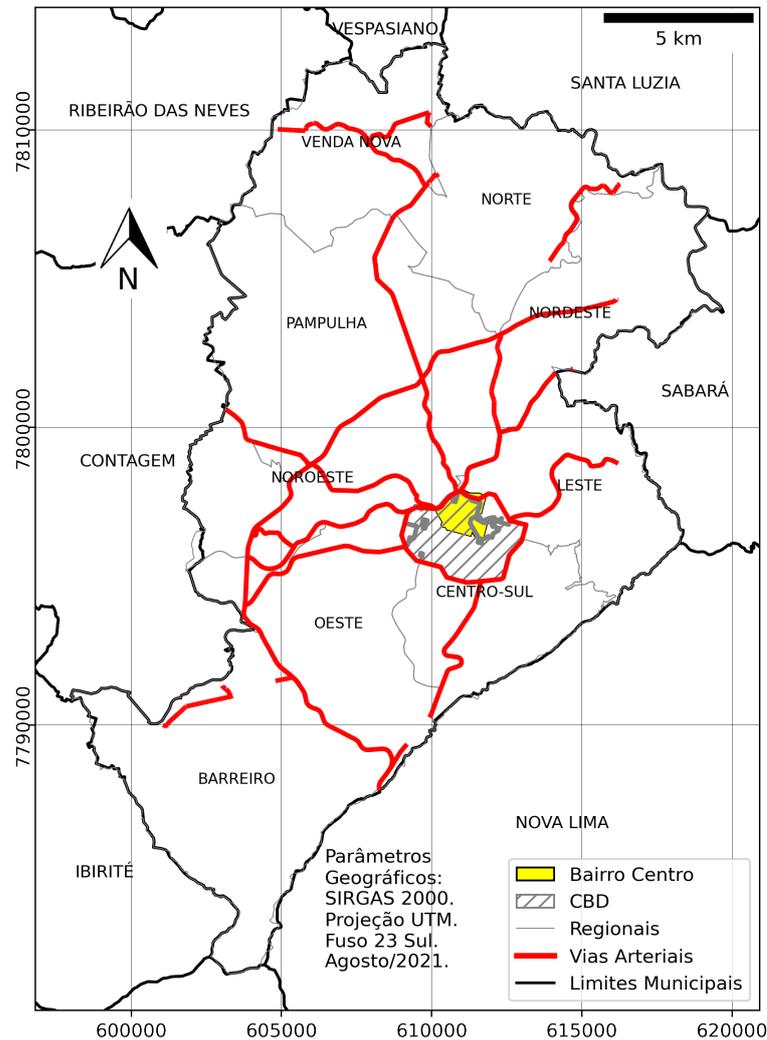
dade da infraestrutura de transporte ao longo do espaço e a disponibilidade de transporte individual (AHLFELDT, 2011, p. 328). Como o próprio autor discorre:

If Alonso was right in the basic idea that commuting costs, and hence access to employment opportunities, (solely) shape the spatial structure of urban land values, then a perfect control for employment should explain the (conditional) CBD land gradient entirely in a world of dispersed employment (AHLFELDT, 2011, p. 328).

A acessibilidade usualmente é incluída em estudos sobre o tema como a distância para estações de transporte público ou acesso a vias principais de forma que todas são substitutas. Contudo, não se considera a centralidade dessas estações ou quais pontos da cidade se consegue acessar de tal ponto e em quanto tempo. Essas medidas, portanto, não conseguem captar de forma precisa a acessibilidade de fato aos postos de emprego, mas sim um efeito líquido dos efeitos positivos da acessibilidade e as externalidades negativas desse tipo de infraestrutura (AHLFELDT, 2011, p. 327).

Dessa forma, o artigo de Ahlfeldt (2011) se propõe a criar uma modelagem para aces-

Mapa 1: Área central de Belo Horizonte



Fonte: Elaboração própria.

sibilidade que incorpore de fato o acesso a oportunidades de emprego em um razoável intervalo de tempo. Para isso, o autor utiliza medidas de acessibilidade numa perspectiva gravitacional. Feito esse tratamento, espera-se que a composição no modelo a partir da variável de acessibilidade com os coeficientes das variáveis de distância tradicionais (como distância a estações de metrô e ônibus e grandes vias) captem efeitos negativos para estas últimas. Isto é, quanto aumentando a distância para esses pontos, aumenta-se o preço da terra, indicando custos de proximidade a essas infraestruturas, que seriam entendidas como congestão e violência presentes nas localidades próximas a esses equipamentos, por exemplo. Em outras palavras, suponha dois imóveis com a mesma acessibilidade ao CBD, aquele muito próximo de uma estação de metrô pode ser menos valorizado por estar em uma rua mais movimentada, por exemplo. Portanto, deve-se entender como uma distância

numa análise local, e não estar distante dos meios de transporte. E ainda, outro desdobramento na análise ao se modelar a acessibilidade de forma correta, a simples distância para o centro de empregos se torna não significativo estatisticamente (AHLFELDT, 2011, p. 329).

Uma observação importante do artigo, a partir dos seus resultados, é que a distância euclidiana não pode ser utilizada como medida de acessibilidade. Ela desconsidera todas as questões anteriormente levantadas (acessibilidades, nós de transporte e características das infraestruturas e das geografias) e de fato produzem resultados contrários àqueles que trabalham de forma mais completa a acessibilidade (AHLFELDT, 2011, p. 329).

Essa revisão do artigo de Ahlfeldt (2011) tem implicação direta na modelagem de preços hedônicos para a cidade de Belo Horizonte. Para de fato contextualizar o modelo monocêntrico de Alonso na perspectiva do mercado imobiliário do município, é necessário a inclusão de variáveis que capturem a acessibilidade de fato dos cidadãos a oportunidades de emprego.

Na estimação que se propõe a seguir, essas informações serão obtidas a partir do estudo de Acessibilidade do IPEA (PEREIRA et al., 2020). Com os dados obtidos, tem-se a quantidade de oportunidades de emprego acessíveis em determinado tempo pelos meios de transporte público e ativos (caminhada e bicicleta). Os dados ainda discriminam entre a acessibilidade a todos os empregos e aqueles que correspondem aos quintil e decil de renda da área considerada. Na seção 2.4, essa pesquisa será apresentada em maiores detalhes.

Duas considerações importantes precisam ser feitas para o estudo que se desenvolve. A primeira delas é a importância do transporte particular para as considerações do artigo de Ahlfeldt (2011), pois conseguem captar a capilaridade da acessibilidade de empregos, especialmente em se tratando de estruturas urbanas desenhadas para favorecer este tipo de transporte. Estendendo as conclusões do artigo, é possível pensar que, ao considerar somente linhas de ônibus e metrô e deslocamento ativo, diversos bairros nobres valeriam muito pouco – só se viabilizam enquanto enclaves de riqueza por causa da infraestrutura da cidade ter sido moldada para quem possui automóvel individual. Além disso, no final do artigo há uma discussão relevante sobre o transporte metropolitano. Contudo, não há dados disponíveis para outras cidades da região metropolitana além de Belo Horizonte, o que representa uma limitação significativa deste estudo. É notória a presença de centros

econômicos em cidades vizinhas, como Contagem, Betim e Nova Lima, especialmente, que interferem diretamente no mercado imobiliário local e nas conclusões do estudo de caso realizado.

2.2.4 Econometria espacial

Outra questão a ser levada em consideração pelos modelos de preços hedônicos é a dependência espacial. Métodos estatísticos podem testar a autocorrelação espacial, que significa uma influência da vizinhança num recorte espacial. Muitas pesquisas incorporam essas questões e se utilizam de econometria espacial (PÁEZ et al., 2008; ČEH et al., 2018; SERBANOIU, 2019). De forma breve, a econometria espacial serve para lidar com a quebra de independência das observações devido a dependência espacial. Para isso, precisa-se modelar apropriadamente esses fatores, de forma que os coeficientes estimados não sejam viesados. A autocorrelação espacial também pode afetar a eficiência do estimador. Ainda, existe uma questão de simultaneidade na autocorrelação, na medida em que o preço de um imóvel é determinado e ao mesmo tempo determina os preços dos imóveis vizinhos (ANSELIN; BERA, 1998; ARBIA, 2014).

Anselin e Gallo (2006) apresenta diversos artigos que tratam da necessidade de se utilizar da econometria espacial para modelos de preços hedônicos para o mercado imobiliário. As evidências são encontradas em diferentes estudos de casos e as possíveis explicações para a ocorrência da dependência espacial nos mercados são exploradas a seguir. Pace et al. (1998) explicam que o desenvolvimento de técnicas computacionais e estatísticas, além de uma maior disponibilidade de bases de dados, proporcionaram avanços em estudos para que incorporassem questões espaciais na análise. Alguns artigos mencionados pelo autor testaram e verificaram a presença de correlação espacial, como nos estudos de caso em Dallas, EUA (BASU; THIBODEAU, 1998) e na Filadélfia, EUA (GILLEN et al., 2001). Outros estudos mais recentes também chegaram a conclusões parecidas, cada um explorando à sua maneira os aspectos envolvidos. Pode-se citar os estudos em Aveiro, Portugal (BHATTACHARJEE et al., 2016), em Bangalore, Índia (ANSELIN et al., 2010), em Belo Horizonte, Brasil (FURTADO, 2007; ALMEIDA et al., 2017) e em Shenzhen, China (ZHANG et al., 2015).

As causas da dependência espacial ocorrer em mercados imobiliários podem ser identificadas por conta das características dos fatores de demanda e oferta dos imóveis, além

de barreiras institucionais (como o zoneamento) e discriminação racial – tópico muito relevante para as discussões em cidades norte-americanas (ANSELIN et al., 2010, p. 164). Outro aspecto mencionado por Basu e Thibodeau (1998, p. 61) é que bairros costumam se desenvolver num mesmo intervalo de tempo, portanto seus imóveis costumam ter características parecidas. Ademais, residentes com padrão de deslocamento intra-urbano parecidos tendem a provocar autocorrelação espacial nos preços dos imóveis ocupados Gillen et al. (2001, p. 5–6).

Fica evidente, portanto, a necessidade de ao menos testar a presença de autocorrelação espacial nos dados do presente estudo para o mercado imobiliário residencial de Belo Horizonte. De forma sucinta, caso haja dependência espacial entre as observações, um modelo que não incorpore as técnicas de econometria espacial – como uma regressão linear múltipla –, estaria incorrendo em problemas de eficiência no estimador, logo a significância dos coeficientes podem estar avaliadas de forma equivocada.

Ao final dessa seção, questões de ordem metodológica foram abordadas, ainda que em sua maior parte a respeito da literatura que envolve avaliação imobiliária, modelo de preços hedônicos, centro comercial de uma cidade, acessibilidade às oportunidades de emprego e lições de econometria espacial. O objetivo foi justificar as decisões metodológicas com base em outros estudos já realizados, incorporando contribuições relevantes para a investigação do tema, de forma a construir a abordagem metodológica para testar a hipótese desenvolvida. Na seção seguinte, a especificação do modelo econométrico será apresentada, conjuntamente com a hipótese. Em seguida, a outra seção contém a apresentação da área de estudo, as bases de dados utilizadas e algumas estatísticas descritivas a respeito de Belo Horizonte. Por fim, a última seção deste capítulo trata da análise dos mercados de terra e de apartamentos para o caso de estudo.

2.3 Especificação do modelo

De posse das informações disponíveis, propõe-se a estimação de seguidos modelos de preços hedônicos, incluindo a cada nova estimação variáveis que se julga importantes para a compreensão do mercado de terra urbana segundo a teoria que se discute. Algumas hipóteses estão implícitas ao se utilizar o modelo de preços hedônicos para o mercado imobiliário, como discutido na seção metodológica. Entende-se que o mercado é competitivo, isto é, os valores atribuídos a cada atributo do imóvel representam as condições

do mercado estabelecidas pelas relações econômicas entre os agentes. E ainda, que os indivíduos são capazes de perceber esses efeitos nos preços.

Realizada essas considerações, o modelo econométrico a ser estimado pretende responder a hipótese deste capítulo. **A hipótese a ser avaliada é a aderência do modelo monocêntrico para a compreensão da estrutura urbana de Belo Horizonte.** Caso a hipótese não seja corroborada, ou apenas responda de forma parcial a pergunta, uma hipótese secundária se apresenta, que seria a investigação de quais são os fatores que são importantes e são desconsiderados no modelo de Alonso.

Todas essas questões discutidas anteriormente são úteis para o problema. A partir da discussão de HPM realizada, será empregada uma tentativa de equação estrutural do modelo. Essa equação estrutural incorpora todas as variáveis disponíveis de característica própria do imóvel e de sua localização, de modo que correspondam ao modelo de estrutura urbana de Alonso (1964), incorporado de diversas discussões, como a de Ahlfeldt (2011). Isto é, variáveis que capturem a acessibilidade ao centro urbano, lugar de concentração de postos de trabalho, distância a infraestrutura e a amenidades urbanas, além de densidade populacional e renda per capita. Todas as informações foram obtidas através das diversas bases consultadas, apresentadas à frente.

A equação estrutural do modelo tem como variável dependente o preço do imóvel em logaritmo (ver Tyrväinen e Miettinen (2000), Bourassa et al. (2003), entre outros). Entre as variáveis independentes, temos as variáveis das características do imóvel e de sua respectiva localização. Como discutido anteriormente, as lições de econometria espacial precisam ser consideradas nesse modelo econométrico a ser estimado. Por conta disso, a equação estrutural apresentada será em conformidade com essa área. A terminologia pode variar entre os autores (ver Arraiz et al. (2010), Kelejian e Prucha (2010), Drukker et al. (2013)), mas a definição adotada segue o padrão de Anselin (2011), que por sua vez se refere à Anselin e Bera (1998). Segue o modelo estrutural:

$$y = \rho W y + X \beta + u. \quad (2)$$

O termo de erro u pode seguir um processo autoregressivo espacialmente, que define:

$$u = \lambda W u + \epsilon. \quad (3)$$

Onde y é o vetor de tamanho $n \times 1$ das observações da variável dependente, ρ é o

parâmetro espacial autoregressivo, W é uma matriz $n \times n$ que representa a matriz de vizinhança construída, de forma que Wy é o vetor de tamanho $n \times 1$ dos valores da *lag* espacial para cada indivíduo. Prosseguindo, X é uma matriz $n \times k$ das observações das variáveis independentes, onde k é a quantidade de variáveis exógenas. β é a matriz $k \times 1$ dos coeficientes correspondentes às variáveis independentes. Por fim, o vetor de erro u de tamanho $n \times 1$. O termo de erro espacial é composto pelo parâmetro autoregressivo λ e a matriz de erros defasados espacialmente Wu , de tamanho $n \times 1$. Por fim, ϵ representa a parte do erro não correlacionada com nenhuma observação.

As estimações lineares em Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) seguem as lições de Gujarati e Porter (2011) e Wooldridge (2010). A estimação linear foi preferível em relação à estimação semi-paramétrica, como utilizada em Ahlfeldt (2011), por representar ganhos na previsão de valores, um dos objetivos do trabalho. Segundo as considerações de Bourassa et al. (2003, p. 15), modelos muito ajustados às observações podem cometer erros em previsões de imóveis não transacionados.

A estimação dos modelos espaciais segue conforme Anselin (2011), onde o Método de Momentos Generalizado foi adotado, por trazer ganhos de eficiência e não pressupor normalidade dos dados, como é o caso do MQO, por exemplo. A estimação de um modelo GMM autoregressivo espacial segue em etapas. A primeira consiste numa estimação linear, como na equação 2, de forma que é uma estimação consistente, porém ineficiente, de onde se obtém os resíduos. Com os resíduos desta estimação, é possível estimar um novo modelo linear a partir da equação 3 acima, desta vez obtendo um valor consistente, porém não eficiente do parâmetro de erro autoregressivo λ . Esse parâmetro é utilizado para construir uma matriz de pesos para a estimação do modelo GMM que se obtém o termo λ eficiente. Por fim, uma estimação, utilizando-se do filtro espacial obtido com λ , de forma que se obtém os valores dos parâmetros β e também ρ , caso seja um modelo espacial do tipo SRSAR.

O procedimento computacional foi realizado utilizando o pacote *Statsmodels*, na plataforma Python (SEABOLD; PERKTOLD, 2010). Enquanto isso, os modelos espaciais foram realizados com os pacotes *libpysal* (REY; ANSELIN, 2007) e *spreg*.

O último passo da metodologia é estabelecer, a partir do melhor modelo estimado, o gradiente de renda ao longo do tecido urbano com valores previstos para as unidades residenciais do tipo apartamento e dos lotes vagos de todo o município. Destarte, é

possível fazer um mapa dos preços dos diversos imóveis e identificar se o gradiente de renda corresponde ao modelo teórico referencial da pesquisa, onde o preço é decrescente a partir do centro da cidade em direção à periferia.

2.4 Bases de dados

Apresenta-se nesta seção as bases de dados utilizadas ao longo da abordagem empírica da pesquisa. A principal fonte de dados trata do mercado imobiliário de Belo Horizonte, onde se tem disponível todas as transmissões de imóveis registradas junto à Secretaria de Fazenda da Prefeitura de Belo Horizonte, assim como todos os imóveis do estoque imobiliário do município. Em seguida, outra base fundamental para o estudo é a de Acesso a Oportunidades, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, de onde se extrai as informações a respeito do acesso de todos os pontos do município a todo o mercado de trabalho. Através da base, a questão de transporte ao longo do território é coberta. Ademais, tem-se diversas camadas com informações geográficas a respeito de diversos pontos de interesse do município de Belo Horizonte, como amenidades e equipamentos urbanos, além de infraestrutura viária, entre outros. Por fim, explana-se a forma como foi realizado a deflação dos dados de transação imobiliária, a partir do IGP-M.

2.4.1 Imposto de Transmissão de Bens e Imóveis - Inter-Vivos (ITBI) e Imposto de Propriedade Territorial e Urbana (IPTU)

Para essa pesquisa, a principal base de dados vem do Cadastro Imobiliário da Prefeitura de Belo Horizonte, criado para fins tributários do Imposto de Propriedade Territorial e Urbana (IPTU) e do Imposto de Transmissão de Bens e Imóveis - Inter-Vivos (ITBI). Os dados do IPTU e do ITBI disponibilizam um conjunto de informações registradas por unidade imobiliária, como área construída, área do terreno, padrão de acabamento, entre outras. As informações são apuradas por lote, quarteirão e bairro, sendo representadas cartograficamente na base do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) de Belo Horizonte. Os imóveis que compõem a base do IPTU se referem a todos os imóveis devidamente registrados no município, tendo "como fato gerador a propriedade, o domínio útil ou a posse do bem imóvel, por natureza ou acessão física, como definido na lei civil, localizado na Zona Urbana do Município"(Lei Nº 5.641 de 22/12/89 - Belo Horizonte). Foram utilizados os dados de 2020 (pré-pandemia no caso do ITBI). Enquanto isso, a base

do ITBI é construída a partir dos imóveis registradamente transmitidos (foram considerados para os fins deste trabalho apenas transmissões do tipo compra e venda) junto à Secretaria Municipal de Fazenda de Belo Horizonte. Dessa forma, é possível pela base do ITBI ter as informações de valor do ato de transmissão. A disponibilidade de dados vai de 2009 a 2020. Após os filtros realizados, detalhados ao final desta seção, tem-se 160.326 observações para a base ITBI e 397.438 observações para o IPTU, considerando as duas tipologias em análise (lotes vagos e apartamentos).

O valor considerado como base de cálculo para o imposto, e que também é o considerado para esta pesquisa, se dá pela comparação entre o valor declarado pelo contribuinte no ato de registro da transmissão do imóvel junto à Prefeitura e o valor que consta na Planta Genérica de Valores. Aquele de maior valor será considerado para o cálculo do ITBI. A Planta Genérica de Valores é uma tabela de referência para todos os imóveis do município que porventura forem transmitidos e que serão avaliados segundo os critérios estabelecidos. Entre eles, estão a zona em que o imóvel se localiza, além da área do imóvel e a idade deste. A Planta é atualizada dinamicamente, com o intuito é acompanhar as tendências do mercado imobiliário e realizar uma avaliação fidedigna do valor do imóvel sem que haja prejuízo para ambas as partes (poder público e contribuinte).

As bases do IPTU e do ITBI convergem no sentido de que ambas carregam com si as características dos imóveis registrados na Prefeitura, como a área do terreno, área construída, ano de construção (caso se aplique), padrão de acabamento (caso se aplique), entre outras informações. Contudo, divergem no que se refere ao valor do imóvel. Como dito anteriormente, a Planta Genérica de Valores é dinâmica e acompanha os valores praticados no mercado. Enquanto isso, o valor venal do imóvel no IPTU, o valor considerado para o cálculo do imposto de propriedade, possui grande defasagem (AMANO, 2021). Portanto, por conta desse fato, elucida-se a necessidade de criar um modelo econométrico que atribua valores a todos os imóveis do município, a fim de atender as discussões propostas. Em outras palavras, os valores do ITBI, disponíveis apenas para os imóveis que foram transmitidos, servem como variável para elaborar um modelo de previsão de valores para todos os imóveis disponíveis no IPTU, que cobre toda a malha de Belo Horizonte.

Dentre os imóveis cadastrados nas duas bases em questão, estes são classificados em diferentes tipologias, a fim de distinguir a forma e o uso. A respeito do uso e ocupação, há duas subcategorias, sendo possível ser residencial ou não residencial. Segundo os critérios

da Prefeitura de Belo Horizonte, há doze diferentes categorias. Os tipos construtivos são Apartamento, Apartamento Comercial, Barracão, Barracão Comercial, Casa, Casa Comercial, Galpão, Loja, Lote Vago, Sala, Vaga Comercial e Vaga Residencial. Para os fins desta pesquisa, selecionam-se as tipologias Apartamento, Apartamento Comercial – a serem tratados como uma única categoria – e os Lotes Vagos.

Pela legislação da Prefeitura de Belo Horizonte, Apartamento é uma "[c]onstrução destinada à habitação multifamiliar em edificação vertical com uma ou mais unidades de pavimento com áreas comuns e acesso ao logradouro por via comum"⁵. Os Apartamentos Comerciais apenas se diferenciam pelo seu uso, seguindo os mesmos padrões das características construtivas dos Apartamentos Residenciais. Enquanto isso, os Lotes Vagos são dispensados da avaliação que é sustentada pelo documento que auxilia na identificação entre as tipologias. São classificados pela ausência de construções no terreno.

Alguns filtros foram aplicados às bases para eliminar possíveis informações equivocadas e que pudessem atrapalhar as análises. Os filtros aplicados foram: Área do Terreno acima de 19m², Valor Calculado pela Prefeitura acima de R\$999 e os registros de transmissão que constam com a situação Ativa ou Quitada. Além disso, foram excluídos os lotes vagos com área acima de 10.000 m², pois se caracterizam como glebas. Ainda, foram excluídas duplicatas da variável Índice Cadastral para evitar que processos duplicados junto à Secretaria de Fazenda de Belo Horizonte sejam contabilizados. O registro mais recente (no ITBI) foi considerado e o restante excluído. Por fim, as observações sem informação de localização também foram excluídas, por se tratar de uma informação vital para a análise que se pretende. Ao final, tem-se, pelo ITBI (transmissão de imóveis de 2009-2020), 9.934 observações de lotes vagos e 147.732 observações de apartamentos. Pelo lado do IPTU (estoque de 2020), o tamanho do universo corresponde a 25.888 lotes vagos e 360.879 apartamentos.

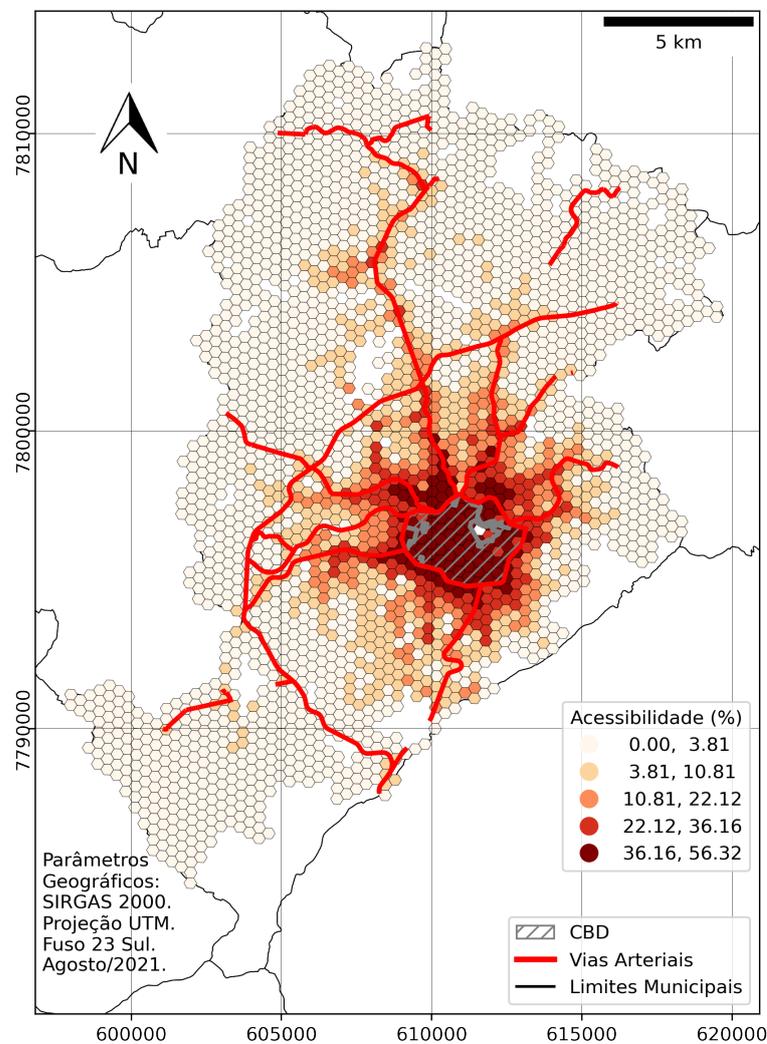
2.4.2 Acesso a Oportunidades

O projeto Acesso a Oportunidades (PEREIRA et al., 2020), realizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), traz uma pesquisa inovadora para o Brasil a fim de quantificar a situação de acessibilidade a emprego, saúde e educação nas metrópoles

⁵Fontes: Metodologia para Atribuição de Classificação aos Tipos Construtivos AP/CA/SL/LJ/GP. Prefeitura de Belo Horizonte. s.d.; Ordem de Serviço DFAT N.Q 003/20017. Prefeitura de Belo Horizonte, Secretaria Municipal de Fazenda, Subsecretaria de Arrecadações, Diretoria de Auditoria e Fiscalização. 2017.

brasileiras. A metodologia parte do recorte do tecido urbano em hexágonos de 357 metros de tamanho em sua diagonal curta. A partir de cada hexágono, pode-se calcular a quantidade de empregos acessíveis ou o tempo mínimo de acesso a equipamentos de saúde e educação. Os meios de transporte considerados na pesquisa são o transporte coletivo e os considerados ativos, isto é, caminhada e bicicleta. Em uma nota técnica, Pereira e Braga (2021) desenvolveram uma pesquisa semelhante ao presente estudo a fim de analisar a acessibilidade de lotes vazios de posse da União em diversas capitais do Brasil, entre elas Belo Horizonte.

Mapa 2: Acessibilidade ao total de empregos no município de Belo Horizonte em 30 minutos de transporte público nos horários de pico (%)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IPEA.

Apresenta-se aqui um breve diagnóstico da acessibilidade de Belo Horizonte para fins de estimação do modelo econométrico, sem qualquer pretensão de detalhar as condições

históricas das condições de transporte do município. A acessibilidade aos postos de emprego é bastante concentrada na região central da cidade, assim como nas regiões próximas às grandes avenidas, como pode ser visto no Mapa 2. Essa condição se deve especialmente pela concentração dos empregos nas áreas mais centrais de Belo Horizonte (CAVALCANTI et al., 2016; NADALIN et al., 2018; PARGA, 2020). Além disso, as próprias condições da infraestrutura da cidade favorecem para que o centro seja mais acessível (VELOSO, 2015).

2.4.3 Camadas GIS

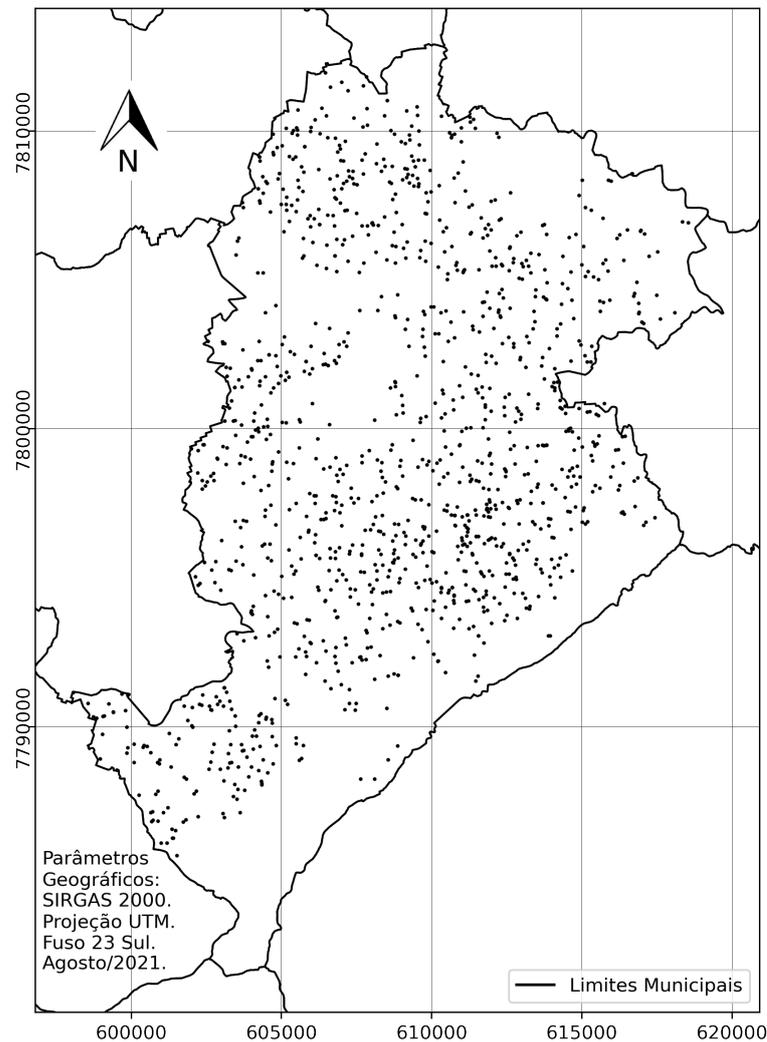
Camadas geográficas em formato GIS (*Geographic Information System*) disponibilizadas pela Prefeitura de Belo Horizonte através do site BH Map⁶ fornecem diversas informações do município. Pode-se destacar o zoneamento vigente pelo Plano Diretor (Lei 11.181/2019), estações de ônibus e metrô, vias arteriais, hospitais, centros de saúde, escolas, entre tantas outras. A forma de se incorporar no estudo é a partir da distância dos imóveis para esses pontos de interesse. No Mapa 3 a seguir é possível ver um exemplo dessas camadas geográficas, onde neste caso estão localizadas todas as escolas do nível infantil, fundamental e médio do município de Belo Horizonte agregadas num único arquivo.

2.4.4 Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M)

O deflator utilizado para os valores de transmissão dos imóveis é o Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M), medido pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). O IGP-M é amplamente utilizado em diversos setores, entre eles o reajuste dos preços de aluguéis. Dessa forma, utiliza-se aqui também para reajustar os valores da transação de imóveis. O valor base adotado foi o de setembro de 2020.

Ao final desta seção, pode-se ter conhecimento da fonte de dados utilizados para a estimação do modelo de preços hedônicos a ser conduzido na seção 2.6. Porém, antes, expõe-se a área de estudo do presente trabalho, a dizer, o município de Belo Horizonte, Brasil. Ao longo dessa próxima seção, há um breve resgate da história da cidade e da sua região metropolitana. Por fim, alguns mapas com estatísticas descritivas para situar as condições da distribuição da população no território e da renda per capita.

⁶<http://bhmap.pbh.gov.br/v2/mapa/idebhgeo>.

Mapa 3: Escolas de nível infantil, fundamental e médio, em Belo Horizonte

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PBH.

2.5 Área de estudo

A área de estudo desta dissertação compreende todo o município de Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais. Sua data de fundação é 12 de dezembro de 1897. Belo Horizonte foi uma cidade planejada para ser a capital do estado, em substituição a Ouro Preto, e se esperava que o crescimento ficasse restrito à área planejada, a Avenida do Contorno. Contudo, desde o princípio da ocupação do território, o processo de expansão para além da área restrita ocorria concomitantemente. O motivo para tal está no relatório do Prefeito Bernardo Pinto Monteiro (1899–1902), citado pelo estudo realizado pela PLAMBEL (1987). Consta no relatório que dentre os terrenos do município, distribuídos a funcionários públicos e residentes de Ouro Preto, aqueles localizados na zona urbana

tinham um preço muito elevado, dificultando as transações destes. Por sua vez, os lotes da área suburbana, também de posse dos mesmos proprietários originais, eram adquiridos pelos interessados em se mudar para a capital, "dispersando assim as construções e ampliando o centro"(BELO HORIZONTE, 1902 apud PLAMBEL, 1987, p. 46). Inclusive, foi a partir desse relatório do prefeito Bernardo Monteiro que se iniciou uma trajetória de políticas para coordenar e influenciar o mercado de terras da RMBH, assim como foi o PLAMBEL na década de 1980.

Como apresentado por Villaça (2001), o caso de Belo Horizonte não é algo isolado dentro do contexto brasileiro, e sim parte de um processo de urbanização com diversas características em comum a outras cidades importantes. Segundo o autor, a dinâmica da urbanização belorizontina do século passado pode ser classificada como radial, assim como São Paulo. Isto é, o território é notoriamente segregado e as áreas ocupadas pelas classes mais altas, e com isso as áreas mais valorizadas pelo mercado imobiliário, concentram-se na região central e caminham ao longo de um setor, que no caso em questão é a parcela Sul (VILLAÇA, 2001; TONUCCI, 2009).

Belo Horizonte foi concebida para ser a capital do estado de Minas Gerais e, portanto, sofre forte influência do planejamento desde seu início. A divisão do território em três áreas - urbana, suburbana e de sítios - deixa bem clara essa intenção de uma cidade delineada sob círculos concêntricos. A área urbana, dotada de infraestrutura, comportaria as camadas mais altas da sociedade, enquanto a área suburbana e a de sítios eram desprovidas de forte planejamento e investimentos. Além do mais, um fator decisivo pode ser uma das causas de diversas situações que perduram até hoje no território. A cidade foi planejada para se localizar ao sul da grande barreira física que é o Ribeirão Arrudas e a ferrovia que se instalou ao longo dele. Por conta disso, o centro comercial e os primeiros bairros residenciais para as camadas para as quais a cidade foi planejada se instalaram ao sul dessa barreira (VILLAÇA, 2001).

Num primeiro instante, os altos funcionários públicos e comerciantes não se mudaram de Ouro Preto para Belo Horizonte. A nova capital recebeu em seus primeiros anos uma parte do funcionalismo público, que se instalou onde hoje é o bairro dos Funcionários, um dos mais valorizados da cidade e a leste da área interna da Avenida do Contorno. A cidade também foi ocupada por camadas mais populares dentro de sua área urbana. Dessa forma, Belo Horizonte crescia majoritariamente para o sul da barreira rio-vale-ferrovia. Contudo,

à medida que os altos funcionários públicos e a burguesia migravam para Belo Horizonte, ocupando a área planejada para estes, as camadas populares foram se deslocando para fora da Avenida do Contorno (VILLAÇA, 2001).

Dentre as áreas disponíveis, aquelas de maior acessibilidade ao centro comercial e de serviços eram justamente ao norte da barreira, onde essas classes se instalaram. Na década de 1950, a população ao norte do Ribeirão do Arrudas já era superior à população ao sul. Importante destacar que essas áreas foram historicamente relegadas, sem muitos investimentos em infraestrutura e equipamentos urbanos (VILLAÇA, 2001).

Enquanto isso, as classes mais altas de Belo Horizonte foram ocupando áreas num mesmo sentido a partir do centro. A escolha de localização por parte dessas camadas conjugava dois fatores: acessibilidade, isto é, custo e tempo de deslocamento ao centro da cidade; e a atratividade da região (VILLAÇA, 2001, p. 130). Segundo Villaça (2001), o caso belorizontino é um exemplo das elites urbanas no Brasil, onde não desviam a sua expansão de um determinado vetor, o que acaba criando uma contiguidade entre os bairros ocupados. Distanciar-se do centro e dos bairros historicamente próximos é indesejado, pois "abandonar a direção radial significa piorar a acessibilidade" (VILLAÇA, 2001, p. 203).

Uma das tentativas do planejamento municipal para atrair o público consumidor de maior renda para norte da barreira foi a criação da Pampulha nas décadas de 1930-50, principalmente na gestão de Juscelino Kubitschek. O complexo arquitetônico, composto pela barragem da Pampulha, pontos turísticos como a Igreja de São Francisco, entre outras amenidades, foram os atrativos da região. Contudo, a região não foi ocupada como se esperava, apesar de ser uma região ocupada por mansões. Atualmente, é a região com a maior quantidade de lotes vagos na cidade. Naquela época, foram construídas ligações entre a parcela Norte de Belo Horizonte e a área central, porém as classes mais altas se mantiveram reticentes em ocupar a região da Pampulha, sendo considerado apenas como uma opção de lazer (VILLAÇA, 2001; ALMEIDA; REZENDE, 2016).

Um vetor de expansão importante para o município de Belo Horizonte é o Vetor Oeste, em função do processo de industrialização que a cidade passou, principalmente na década de 1970, mas que ocorria desde os anos 40, com a Cidade Industrial e consolidação da Av. Amazonas. Embora a zona industrial tenha se localizado nas cidades de Contagem e Betim, o grande influxo populacional, de ocupação operária às margens da indústria, também se deu dentro dos limites de Belo Horizonte, ao longo da ferrovia (TONUCCI,

2009).

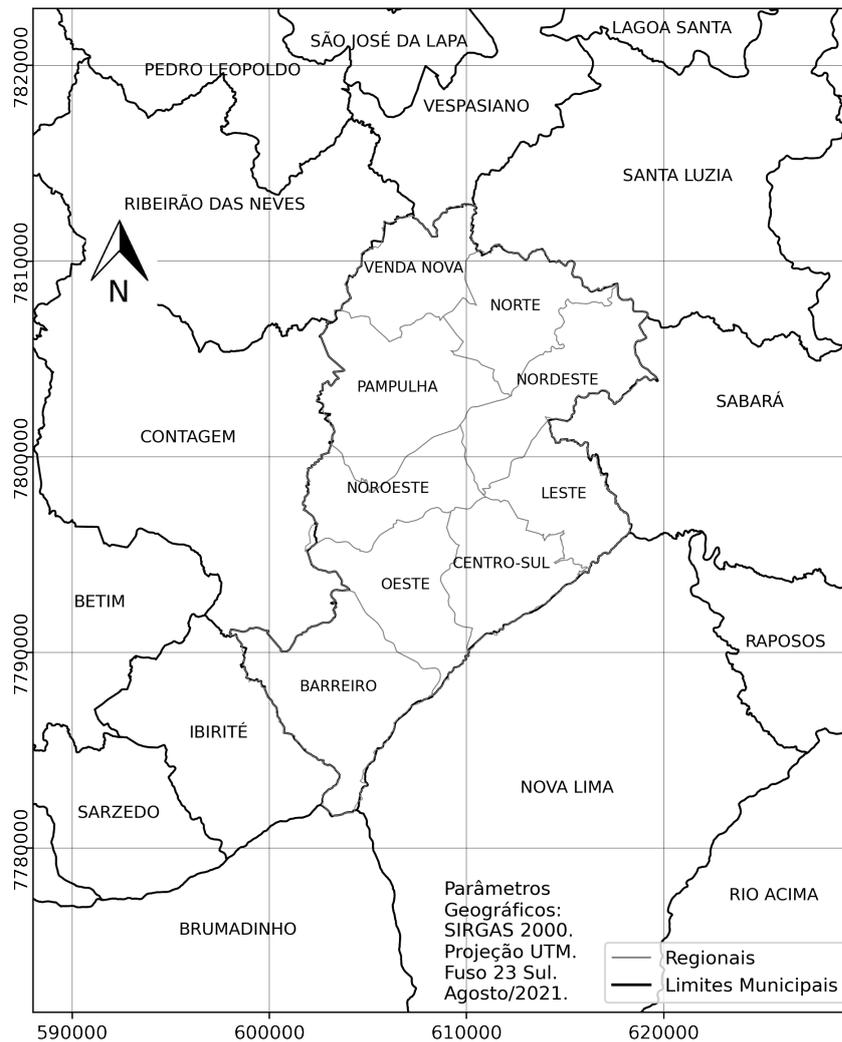
Mais recentemente, grandes investimentos foram realizados no que se chama Vetor Norte (VN) da Região Metropolitana de Belo Horizonte. O VN engloba, além de Belo Horizonte, municípios como Santa Luzia, Vespasiano e Ribeirão das Neves. Essa é uma das parcelas mais pobres da RMBH e os investimentos se concentram em infraestrutura (corredores de ônibus, duplicação da rodovia e ampliação do aeroporto internacional). O pacote ainda contempla a construção da nova sede administrativa do governo estadual no bairro Serra Verde, em Belo Horizonte, no limite com os municípios de Santa Luzia e Vespasiano, antes localizada no Palácio da Liberdade, num ponto de confluência de diversos bairros historicamente valorizados. Os objetivos eram de desenvolvimento da região, contudo, os resultados esperados ainda não foram obtidos (SOUZA; BRITO, 2008; PATRÍCIO, 2017; ALMEIDA et al., 2021).

Uma das limitações principais desta pesquisa é não abranger os municípios vizinhos da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), pois parte da dinâmica imobiliária local tem reflexos diretos com a relação com outros municípios. No Mapa 4 a seguir, é possível localizar Belo Horizonte (dividido em suas 9 regionais) e seus municípios mais próximos, todos pertencentes à Região Metropolitana, que contém ao todo 34 municípios, além de mais 16 municípios no Colar Metropolitano. A expansão do mercado de terras para os municípios vizinhos se dá na década de 1950, início do processo de conurbação (PLAMBEL, 1987). Em cada direção da expansão urbana há certas especificidades e conferem a períodos históricos diferentes.

Por exemplo, pode-se citar os municípios do Vetor Norte da RMBH, como Vespasiano, Santa Luzia e Ribeirão das Neves, que se estabeleceram como cidades-dormitório na década de 1980. O conceito de cidade-dormitório corresponde ao fato de parte da força de trabalho de Belo Horizonte habitar nessas localidades e, por consequência, realizar viagens intermunicipais diariamente, movimento denominado pendular (SOUZA; BRITO, 2008). Recentemente, o Vetor Norte da RMBH recebeu grandes investimentos para o desenvolvimento local em torno do Aeroporto Internacional Tancredo Neves. O símbolo desse processo é a mudança da sede administrativa do governo do Estado para o bairro Serra Verde, extremo norte do município de Belo Horizonte, em região limítrofe a Santa Luzia e Vespasiano (ALMEIDA et al., 2020, 2021).

Além disso, há duas frentes de expansão do mercado imobiliário metropolitano, uma

Mapa 4: Região Metropolitana de Belo Horizonte



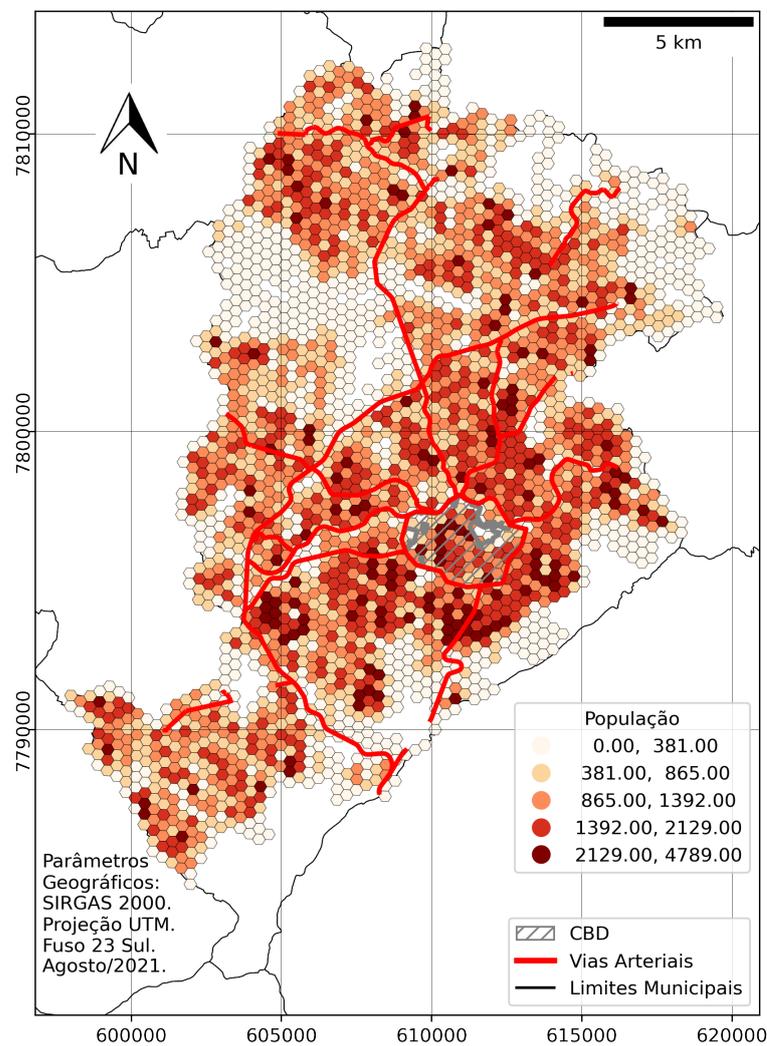
Fonte: Elaboração própria.

para o Vetor Sul, principalmente Nova Lima, e outra para o Vetor Oeste, para os municípios de Contagem e Betim. Cada expansão tem suas características, sendo a primeira caracterizada por prédios comerciais na região limítrofe ao bairro Belvedere e condomínios fechados para as classes mais altas (ALMEIDA et al., 2017). Enquanto a expansão para Contagem e Betim se caracteriza por se tratar de uma região industrial e historicamente povoada, onde o crescimento da região é uma continuação dessa dinâmica e preferencialmente para a classe média (PLAMBEL, 1987; VILLAÇA, 2001).

Para entender as condições estruturais do município de Belo Horizonte, para além do mercado imobiliário a serem abordados (ver análises exploratórias nas seções 2.6.1.1 e 2.6.2.1), apresenta-se aqui a distribuição espacial da população e da renda per capita das famílias. A respeito da população, pode-se observar que não há um padrão muito claro

de sua distribuição, apesar de ser nas periferias onde se dão as menores densidades (Mapa 5). Os valores da população interna aos hexágonos foram disponibilizados pelo Projeto Acesso a Oportunidades do IPEA (PEREIRA et al., 2020). As categorias foram definidas pela metodologia de quebra natural de Fisher-Jenks. Na área central da cidade há alta densidade populacional, similar a outras áreas próximas a outros corredores viários. Contudo, não é possível estabelecer nenhum padrão visível da população de Belo Horizonte, há manchas de alta densidade por todo o território.

Mapa 5: População de Belo Horizonte

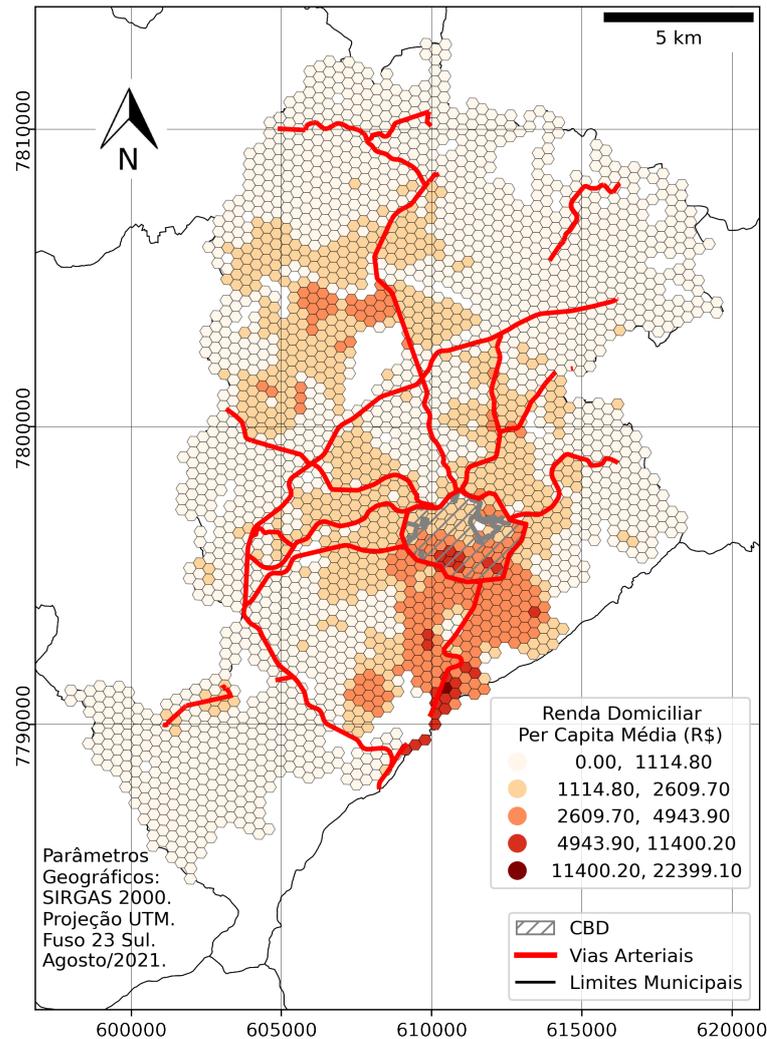


Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IPEA.

Enquanto isso, a renda domiciliar se concentra na parcela sul do território de Belo Horizonte, estendendo-se por toda a regional Centro-Sul (Mapa 6). Perto da Lagoa da Pampulha também há uma mancha de concentração de renda, região cujo processo de ocupação de baixa densidade se iniciou nos anos 1940, com a realização da barragem da

Pampulha e do Conjunto Arquitetônico (VILLAÇA, 2001). Os valores da renda domiciliar per capita média estão em valores de 2019, disponibilizados pelo Projeto Acesso a Oportunidades do IPEA (PEREIRA et al., 2020). As categorias foram definidas pela metodologia de quebra natural de Fisher-Jenks.

Mapa 6: Renda per capita de Belo Horizonte



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IPEA.

Há uma característica marcante dentro do CBD. Na parte mais ao norte da área central, nos bairros Centro e Barro Preto, a renda domiciliar per capita média tem níveis intermediários na escala do mapa. Enquanto que os bairros mais ao sul da área interna à Avenida do Contorno têm maior renda domiciliar per capita. Isso significa que a área de concentração de empregos de Belo Horizonte não é homogênea em termos de ocupação e renda. Há hexágonos com renda domiciliar per capita média acima de R\$4.943, a valores de 2019. Estes hexágonos estão mais presentes nos bairros Lourdes, Funcionários (ambos

dentro do CBD) e Belvedere, no limite com Nova Lima, localizado a mais de 7 km do bairro Centro.

Essa seção buscou apresentar a área de estudo, o município de Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais, cuja região metropolitana é a terceira maior do Brasil. No Capítulo 3, há um resgate da história da ocupação do município, com o intuito de identificar possíveis relações históricas com a atual estrutura urbana da cidade. Ademais, nesta seção apresenta-se algumas estatísticas descritivas a respeito do panorama socioeconômico. Enquanto a densidade populacional está espalhada pelo território, com diversos pontos de maior concentração, a renda se concentra na regional Centro-Sul do município de Belo Horizonte. Na próxima seção, serão realizadas as análises dos mercados de lotes vagos e de apartamentos. Para cada tipologia, o percurso da investigação é o mesmo. Primeiro, uma análise descritiva do mercado imobiliário referente à tipologia em análise. Em seguida, o modelo de preços hedônicos para discutir os efeitos das variáveis na formação de preços. Por fim, uma discussão dos resultados a partir de uma previsão de valores para todos os imóveis do estoque imobiliário atual.

2.6 Análise

Nesta seção serão desenvolvidas as análises estatísticas do modelo monocêntrico de Alonso (1964) para as tipologias Lote Vago e Apartamento para o município de Belo Horizonte, no período 2009–2020. A análise parte de uma análise exploratória das observações de ITBI e IPTU para as tipologias trabalhadas, como valor mediano de transmissão e estoque imobiliário. Assim, pode-se perceber melhor o cenário do mercado imobiliário local e gerar intuições para o modelo econométrico a seguir. Para isso, é preciso entender as similaridades e diferenças das duas fontes de dados, pois uma trata do fluxo de transações ao longo do período, enquanto outra é do estoque imobiliário do ano de 2020. Precisa-se entender que a base utilizada para o modelo econométrico é uma boa amostra para a estimação de valores de todo o estoque imobiliário.

A estimação de um modelo de preços hedônicos para os dados do ITBI será realizada ao longo desta seção. Várias rodadas de estimação são realizadas a fim de agregar ao modelo monocêntrico em debate as variáveis necessárias para compreender a importância da acessibilidade ao centro da cidade como fator determinante da diferenciação de preços imobiliários ao longo do território. De posse dos coeficientes estimados pelo modelo

econométrico, a previsão de preços para todos os imóveis do território é o próximo passo. Isto é, a partir do fluxo de imóveis ao longo do período em análise, estima-se o valor do estoque imobiliário atual. A partir dessa etapa, pode-se visualizar a distribuição espacial dos preços para as duas tipologias.

Em primeiro lugar, os Lotes Vagos serão analisados por não haver nenhuma característica construtiva em seu lote. Portanto, parte relevante da precificação destes está em torno de sua localização e dos seus potenciais construtivos. Em seguida, a realização da análise para os Apartamentos. Dentre outras tipologias, os Apartamentos têm a vantagem de serem mais homogêneos em sua forma, além de grande abrangência pelo território de Belo Horizonte.

Acredita-se que estas duas análises fornecem argumentos para a discussão que prossegue, sendo possível ter um bom entendimento das forças que operam no mercado imobiliário local. As conclusões da seção dão conta que a acessibilidade tem fator preponderante na determinação de preços de imóveis, porém não decisivo. Há brechas no tecido urbano que parecem não atender às expectativas do modelo monocêntrico, inicialmente pensado por Alonso (1964) e posteriormente desenvolvido por outros atores. Acredita-se que pode haver outras variáveis ainda não presentes nas análises que ajudariam a mapear a formação da renda da terra urbana. Inclusive, essas variáveis podem ser quantitativas ou não.

2.6.1 Lotes vagos

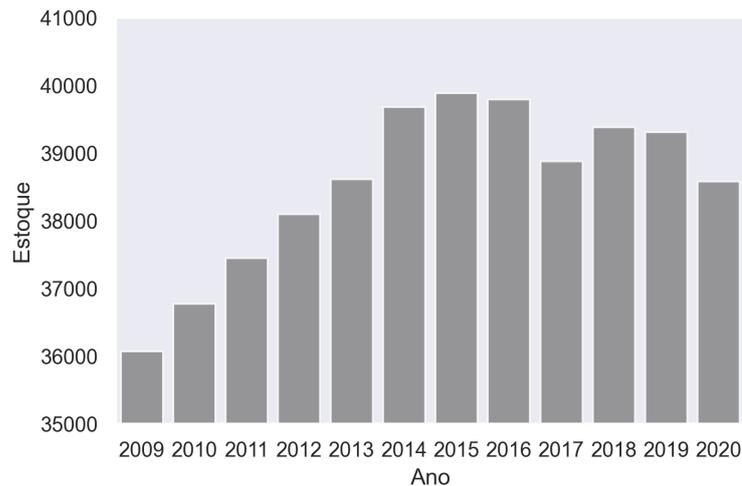
Esta seção está dividida em três partes. Na primeira subseção, uma análise exploratória dos lotes vagos transmitidos ao longo do período e o estoque atual do município de Belo Horizonte. Em seguida, a estimação do modelo de preços hedônicos para essa tipologia. E por fim, a discussão dos resultados do modelo a vistas da teoria de William Alonso, ao considerar a acessibilidade como fator determinante na formação de preços no espaço.

2.6.1.1 Análise exploratória do mercado de lotes vagos

As primeiras análises serão feitas com os lotes vagos do município de Belo Horizonte. Primeiramente, uma análise exploratória dos dados. Quanto ao estoque de lotes vagos, excluindo as glebas, no município (Gráfico 1), observa-se um crescimento constante até

o ano de 2015, o que indica que novos loteamentos têm sido feitos à medida que outros têm sido transmitidos e possivelmente transformados em outras tipologias a partir de construção. Desde então, a tendência é de queda. O estoque de lotes em Belo Horizonte era próximo de 36.000 em 2009, e em 2020 o estoque estava em torno de 38.500 lotes vagos.

Gráfico 1: Estoque imobiliário de lotes vagos (IPTU - 2009–2020)

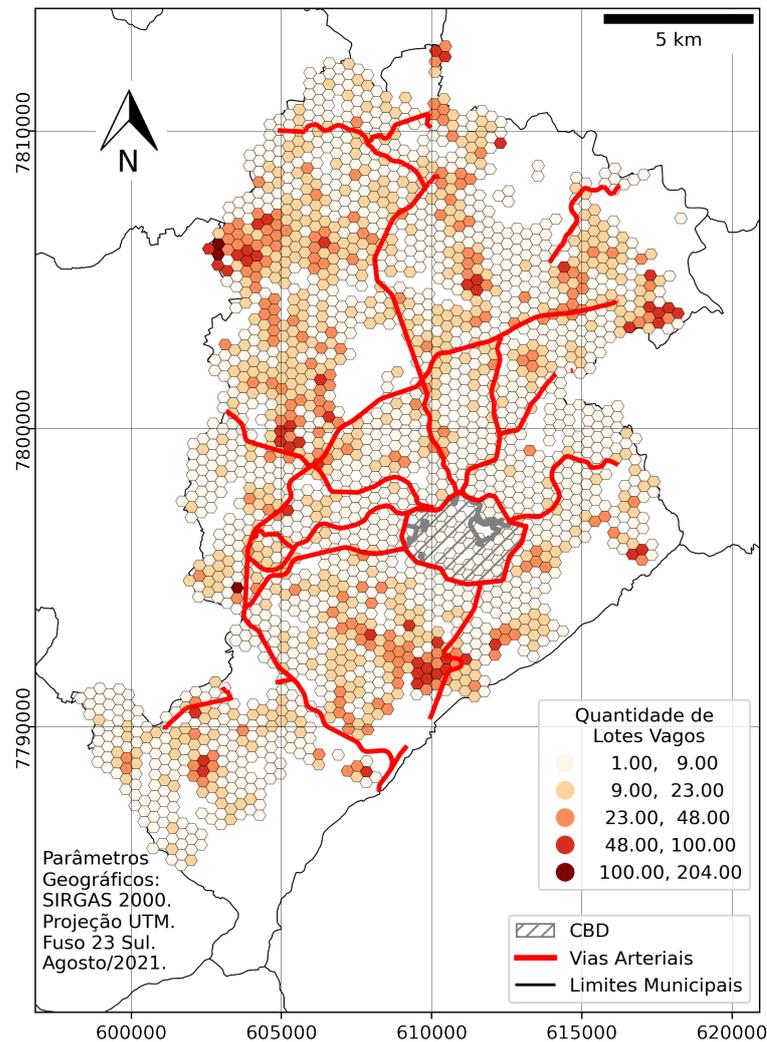


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

Verifica-se por onde estão espalhados os lotes vagos (Mapa 7). As unidades espaciais seguem o padrão da pesquisa de Acessibilidade a Oportunidades do IPEA (PEREIRA et al., 2020), onde o município de Belo Horizonte foi dividido em hexágonos iguais, cujos lados medem 357 metros, o que equivale a uma área de aproximadamente 0,33 km². Os pontos de concentração de lotes vagos na cidade estão nas regiões periféricas, em detrimento do centro. Nos limites com os municípios de Contagem e Sabará, e ainda próximo de Nova Lima (bairro Santa Lúcia) pode-se visualizar manchas de concentração de lotes vagos. Como dito anteriormente, representam vetores diferentes de expansão da RMBH. Há ainda manchas próximas ao Anel Rodoviário e ao bairro Braúnas, a oeste do mapa.

Em referência aos lotes vagos transmitidos ao longo do período de 2009 a novembro de 2020 (Gráfico 2), registram-se 10.193 imóveis únicos com informações suficientes disponíveis. Observa-se que há dois períodos distintos na última década e que a quantidade de lotes transmitidas se correlaciona com o valor mediano do metro quadrado da transação, ao menos na primeira metade do período. Até o ano de 2014, enquanto a quantidade

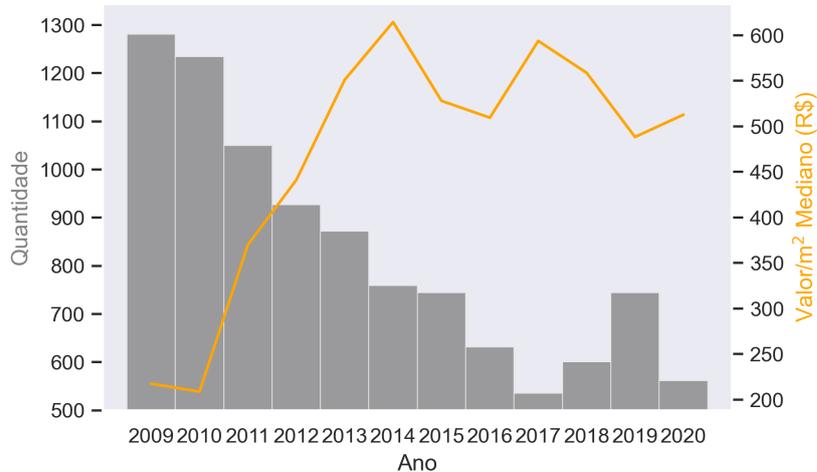
Mapa 7: Densidade de lotes vagos (IPTU - 2020)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

anual de transmissões quase se reduziu pela metade (de 1.280 em 2009 para 759 em 2014), o valor mediano cresceu em mais de 100%, alcançando o valor de R\$614/m². Enquanto isso, na segunda metade da década os valores medianos do metro quadrado transmitido se mantêm próximos do intervalo entre R\$500 e R\$600. Ao mesmo tempo, o volume de transmissões continua em tendência de queda, tendo o menor número registrado em 2017 (535 lotes vagos transmitidos no ano).

Através do Mapa 8 é possível visualizar espacialmente a mediana do valor/m² dos lotes vagos transmitidos ao longo do período 2009–2020. A unidade espacial de análise são os bairros do município de Belo Horizonte. Há cinco classificações realizadas pelo método de Fisher-Jenks. Foram retiradas observações cujo valor/m² fosse acima de R\$10.000 para melhor visualização. Em termos gerais, os lotes têm valores de metro quadrado muito

Gráfico 2: Transmissões de lotes vagos e valor/m² mediano, por ano (ITBI - 2009–2020)

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

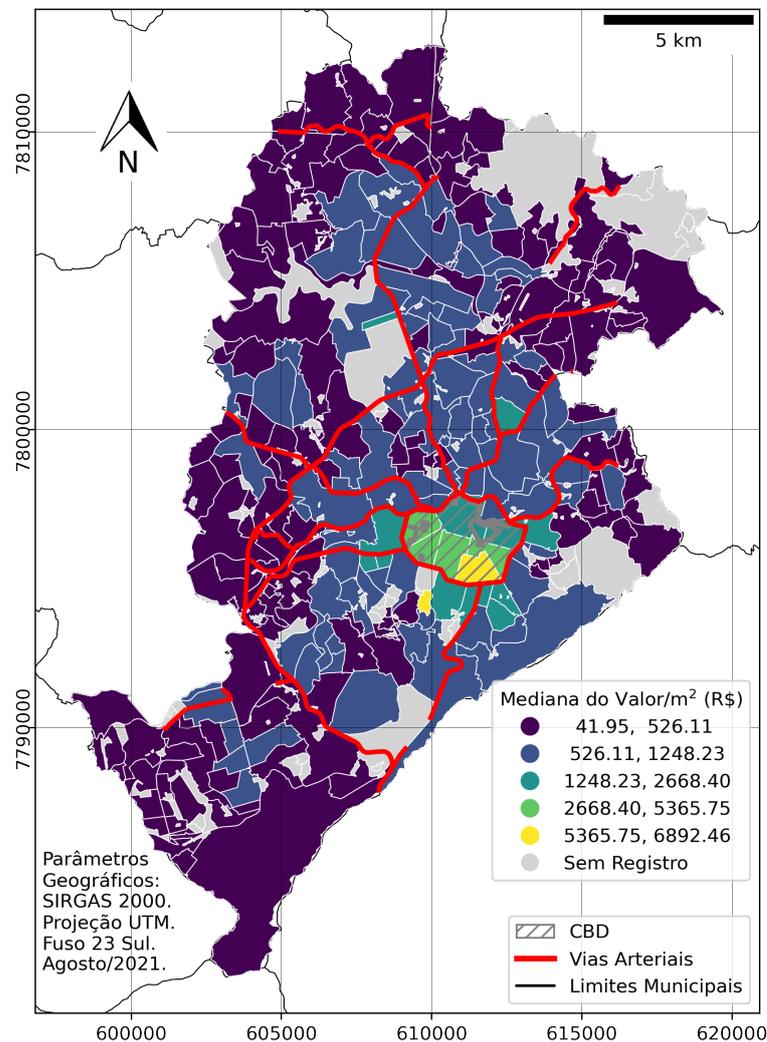
parecidos ao longo de todo o território, exceto na região Centro-Sul.

A título de comparação, no Mapa 9 é possível visualizar a mediana do valor de transmissão dos lotes no período 2009–2020. Assim como no Mapa 8, a unidade espacial de análise são os bairros da cidade. Há cinco classificações realizadas pelo método de Fisher-Jenks. Foram retiradas observações cujo valor fosse acima de R\$5 milhões para melhor visualização. As áreas de concentração de valores mais altos, acima de R\$2 milhões continuam nos mesmos pontos do Mapa 8. Isto é, na região Centro-Sul e alguns pontos ao entorno da Lagoa da Pampulha e ao longo da Avenida Cristiano Machado.

A análise descritiva prossegue com todas as outras informações disponíveis para os lotes vagos. Em relação aos lotes vagos transmitidos, que são pouco menos de 10.000, as estatísticas descritivas estão na Tabela 1, enquanto que os lotes vagos cadastrados na base do IPTU 2020 têm suas estatísticas na Tabela 2, que representam cerca de 25.000 terrenos. Uma comparação destas duas tabelas pode fornecer um panorama das condições dos lotes vagos utilizados no estudo, além de traçar possíveis características do mercado de lotes do município. Isto é, verificar que certos tipos de imóveis tendem a ser mais transmitidos que outros, o que pode impor precauções na previsão de todos os valores para o ano de 2020. Além do mais, fornecer elementos iniciais para a hipótese a ser verificada à frente, a respeito do impacto da acessibilidade na renda da terra.

A respeito da acessibilidade, pode-se verificar que os lotes transmitidos entre 2009–2020 estão em polígonos que em média têm acesso a 3,87% de todas as oportunidades de emprego no município de Belo Horizonte em horários de pico via transporte público

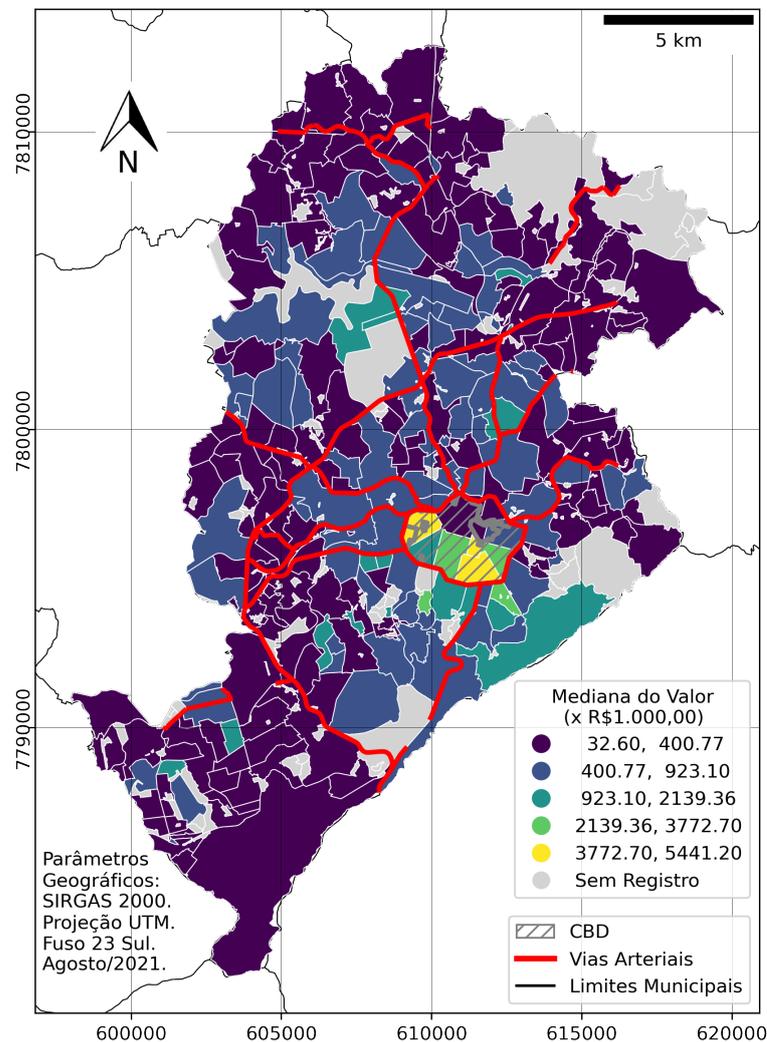
Mapa 8: Mediana do valor/m² (R\$) dos lotes vagos transmitidos, por bairro (ITBI - 2009–2020)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

em 30 minutos de deslocamento. Em outras palavras, em média, o cidadão de Belo Horizonte consegue acessar apenas uma pequena parcela do mercado de trabalho local em 30 minutos de transporte público, se se localizar nos lotes vendidos no período. O valor da acessibilidade para os lotes transmitidos é um pouco abaixo em relação à média do estoque imobiliário de 2020. Em relação à distância da centralidade de Belo Horizonte, definido como a área interna à Avenida do Contorno, tem-se que a média da distância entre as observações representadas também não são muito díspares, algo em torno de 6,7 km de distância do CBD. Apreende-se dessas informações que parte significativa das transmissões de lotes vagos têm se dado em áreas distantes do CBD, possivelmente indicando um processo de espraiamento de novas construções ao longo do território. A título

Mapa 9: Mediana do valor (R\$) dos lotes vagos transmitidos, por bairro (ITBI - 2009–2020)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

de comparação, os limites do município estão a menos de 12 km de distância do centro em diversas direções importantes, como para os eixos Sul, Oeste e Leste.

Nas Tabelas 1 e 2 também é possível visualizar estatísticas descritivas da variável de área do terreno e o rendimento mensal per capita e a população referentes aos polígonos da base de Acessibilidade do IPEA. A área do terreno média dos imóveis transmitidos é de 927 m², enquanto que a do estoque imobiliário é de apenas 606 m². Em relação às distâncias a infraestrutura, tanto os lotes transmitidos quanto o estoque de 2020 têm médias semelhantes. Na média, os lotes estão a 1 km de distância das vias arteriais, de escolas e de parques. Já para as estações de metrô e ônibus, a média é superior a 3 km de distância. Quanto à renda per capita média nos hexágonos, os lotes vagos transmitidos

Tabela 1: Estatísticas descritivas dos lotes vagos (ITBI - 2009–2020)

	N	Média	D.P.	Mín.	Mediana	Máx.
Valor (x R\$1,000)	9.934	489,34	779,01	3,06	319,62	19601,40
Valor/m ² (R\$)	9.934	544,43	605,75	17,79	425,04	13629,05
Acessibilidade (%)	9.934	3,87	6,54	0,01	1,71	51,48
Dist. CBD (km)	9.934	6,85	3,33	0,00	7,04	14,90
Dist. Metrô (km)	9.934	3,84	1,92	0,05	4,03	9,21
Dist. Ônibus (km)	9.934	3,11	1,68	0,04	3,23	7,92
Dist. Vias Art. (km)	9.934	0,73	0,60	0,02	0,58	3,79
Dist. Escolas (km)	9.934	0,32	0,20	0,00	0,28	1,45
Dist. Parques (km)	9.934	1,06	0,77	0,01	0,89	4,22
Área Terreno (m ²)	9.934	927,99	801,97	4,94	720,00	10000,00
População	9.934	780,42	585,75	1,00	680,00	4226,00
Renda per Cap. (R\$)	9.934	1266,13	1123,24	6,60	848,10	22399,10

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

Tabela 2: Estatísticas descritivas dos lotes vagos (IPTU - 2020)

	N	Média	D.P.	Mín.	Mediana	Máx.
Acessibilidade (%)	25.888	4,64	7,57	0,00	2,00	56,32
Dist. CBD (km)	25.888	6,67	3,51	0,00	6,63	14,96
Dist. Metrô (km)	25.888	3,62	2,00	0,03	3,64	9,22
Dist. Ônibus (km)	25.888	3,00	1,69	0,03	3,06	7,92
Dist. Vias Art. (km)	25.888	0,68	0,61	0,00	0,51	3,80
Dist. Escolas (km)	25.888	0,33	0,25	0,00	0,28	2,17
Dist. Parques (km)	25.888	1,00	0,69	0,01	0,87	4,22
Área Terreno (m ²)	25.888	606,22	827,44	4,17	372,00	10000,00
População	25.888	780,06	595,22	1,00	686,00	4789,00
Renda per Cap. (R\$)	25.888	1217,43	1065,29	0,00	843,70	22399,10

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

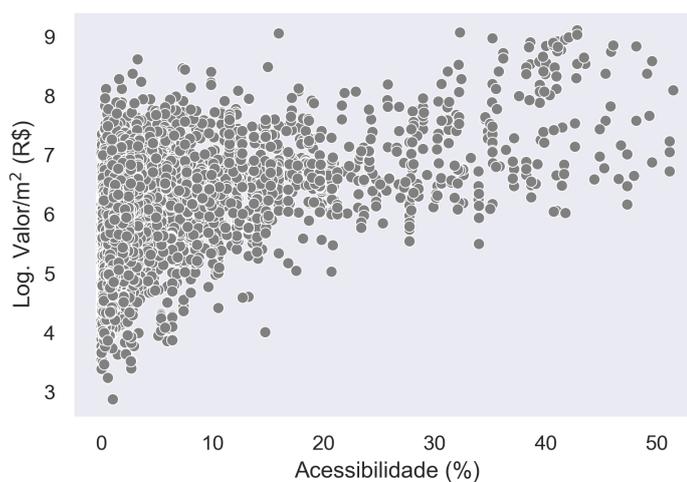
estão em áreas que têm média pouco superior em relação ao do estoque de 2020, por volta de R\$50 de diferença. Por fim, a população média dos hexágonos que os lotes

transmitidos pertencem é a mesma em relação à média de população do estoque. Dessa forma, pode-se inferir que os lotes vagos transmitidos no período de 2009 a 2020 têm localização parecida com o padrão dos lotes do estoque imobiliário atual de lotes vagos. Contudo, os lotes transmitidos geralmente são maiores e em parcelas do território com renda pouco superior. Essa análise descritiva elucida um pouco a respeito do mercado de lotes vagos no município de Belo Horizonte, sem comprometer uma estimativa com o intuito de previsão de valores para todo o restante do estoque imobiliário.

Pode-se verificar uma correlação positiva entre a proporção de empregos totais disponíveis no município em 30 minutos de transporte público nos horários de pico e o logaritmo do valor do metro quadrado de transmissão dos lotes vagos no período de 2009 a 2020 (Gráfico 3). Essa condição é clara ao longo de todos os pontos do eixo horizontal, aquele que representa a acessibilidade. Entretanto, o desvio-padrão é alto, especialmente nas regiões com menor acessibilidade, assim como certa homogeneidade na faixa abaixo de 15% de acessibilidade.

Outro ponto a se mencionar é a constatação de grande quantidade de transações em áreas periféricas, indicando possíveis vetores de expansão da cidade em territórios com menor infraestrutura urbana. A respeito disso, é possível que indique pressões viárias caso a oferta de empregos continue concentrada espacialmente ou as condições de acessibilidade não melhorem, caso essas áreas periféricas se verticalizem.

Gráfico 3: Acessibilidade (%) x Log. valor/m² (R\$) - Lotes vagos (ITBI - 2009–2020)

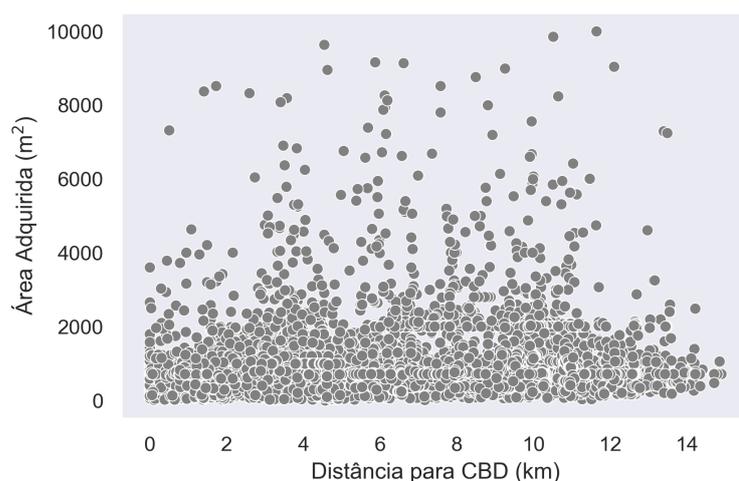


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

Outro aspecto relevante da teoria de Alonso é o consumo de espaço. Segundo Alonso (1964), há um trade-off entre espaço e localização no mercado de terra urbana. Isto é, a

partir da restrição orçamentária de um indivíduo, ao privilegiar por melhor localização, por exemplo, o indivíduo precisa abrir mão de espaço por conta de preços mais altos do metro quadrado em regiões mais centrais. Avaliando essa hipótese que quanto mais próximo do centro de empregos, menor a área consumida, temos o Gráfico 4 a seguir. Contudo, não é possível estabelecer uma condição clara, a princípio, de que no mercado de lotes vagos do município de Belo Horizonte há uma correlação entre distância e área adquirida. Por outro lado, especificamente a respeito de lotes vagos, pode-se pensar que o consumidor deste mercado não se trata de famílias, em sua maioria. Desta forma, a relação entre distância e área adquirida se referiria para imóveis residenciais, como será o caso dos apartamentos analisados à frente. No entanto, observa-se que a correlação esperada também não ocorre para os apartamentos (Gráfico 10).

Gráfico 4: Distância para o CBD (km) x Área adquirida - Lotes vagos (m²) (ITBI - 2009–2020)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

Realizada a análise exploratória dos dados que serão utilizados na modelagem de preços hedônicos para os lotes vagos e a posterior previsão de valores para todos os lotes, pode-se dizer que ambas fontes de dados têm características semelhantes, portanto, uma previsão de valores do estoque a partir das informações de transmissão imobiliária parece viável. Para além disso, é possível esperar que a acessibilidade tem importância decisiva na valorização da terra urbana. Não obstante, as outras variáveis não deixam de ter importância, inclusive como controle para a estimação. Na subseção seguinte serão realizadas algumas estimações a fim de identificar relações estatísticas e encaminhar para uma discussão a respeito da validade do modelo de determinação do preço da terra de

William Alonso.

2.6.1.2 Estimação do modelo de lotes vagos

Depois dessa breve análise exploratória de alguma das principais variáveis disponíveis para cada lote vago do município, pode-se desenhar uma estimação de um modelo de preços hedônicos para os lotes vagos. Em seguida, de posse dos coeficientes, pode-se realizar uma estimação para todos os lotes vagos do estoque imobiliário de 2020 e verificar um gradiente de renda da terra ao longo do espaço. A partir de uma perspectiva do modelo monocêntrico de William Alonso e das discussões abordadas no artigo de Gabriel Ahlfeldt (2011), sugere-se uma primeira estimação de regressão linear incorporando apenas o aspecto de distância para o CBD, sem tratar da acessibilidade. Isto é, o logaritmo da variável dependente (valor de transmissão) em função da única variável distância para o CBD. Do ponto de vista da teoria que se discute ao longo deste estudo, essa seria a variável que determina a renda da terra e molda a escolha dos consumidores.

Na primeira coluna da Tabela 3 está o resumo da primeira estimação para um modelo que se desenha. Com esse modelo de somente uma variável, algumas conclusões iniciais podem ser indicadas. O sinal do coeficiente está como esperado, isto é, quanto maior a distância para o centro da cidade, menor o valor do terreno. O poder explicativo do modelo é de apenas 11%, o que indica que há variáveis omitidas neste modelo, como é de se esperar. Isto é, apenas 11% da variância do logaritmo dos valores de transação são explicados pela variável.

Tabela 3: Estimação para lotes vagos

	(1)	(2)	(3)	(4)
	(MQO)	(MQO)	(MQO)	(SAR)
Constante	6,3583*** (0,0208)	6,1931*** (0,0414)	4,9413*** (0,0424)	5,2598*** (0,1103)
Dist. CBD	-0,0946*** (0,0027)	-0,0770*** (0,0038)	-0,0065* (0,0033)	-0,0448*** (0,0102)
Acessibilidade		2,2765*** (0,1764)	2,2795*** (0,1377)	1,6487*** (0,2512)
Dist. Metrô		0,0732*** (0,0057)	-0,0357*** (0,0049)	0,0007 (0,0152)
Dist. Ônibus		-0,0437*** (0,0067)	-0,0214*** (0,0053)	-0,0522*** (0,0162)
Dist. Vias Art.		-0,2580*** (0,0163)	-0,1104*** (0,0130)	-0,1608*** (0,0383)
Dist. Escola			-0,4015*** (0,0372)	-0,2368*** (0,0711)
Dist. Parque			-0,1112*** (0,0107)	-0,0729** (0,0308)
Área Terreno			0,0012*** (0,0000)	0,0012*** (0,0000)
Área Terreno ²			-0,0000*** (0,0000)	0,0000*** (0,0000)
População			0,0000*** (0,0000)	0,0000 (0,0000)
Renda per Cap.			0,0002*** (0,0000)	0,0001*** (0,0000)
Lambda				0,0503*** (0,0007)
N	9.934	9.934	9.934	9.934
(Pseudo) R ²	0,1075	0,1672	0,5423	0,5262
R ² Ajust.	0,1075	0,1668	0,5418	
Estatística F	1.197***	399***	1.069***	

Fonte: Elaboração própria.

Uma nova estimação é proposta, adicionando-se algumas variáveis de controle também relacionadas às hipóteses do modelo monocêntrico de Alonso, como a variável de acessibilidade aos postos de emprego, distância para estações de ônibus e metrô e distância para vias arteriais. O efeito da acessibilidade é positivo e estatisticamente significativo. Logo, quanto maior a acessibilidade do lote vago, maior é o seu preço. Além disso, segundo as conclusões de Ahlfeldt (2011), caso a acessibilidade esteja bem modelada, as distâncias para infraestrutura de transporte têm efeito positivo, como sinal de efeitos de proximidade a lugares movimentados. Contudo, somente o logaritmo da distância para as estações de metrô deram o sinal esperado. O poder de explicação do modelo subiu para aproximadamente 17% nessa segunda estimação (Tabela 3). Todos esses dados inferem que apenas uma parcela da variância dos preços de transmissão dos lotes vagos são explicados pelas variáveis relacionadas à acessibilidade e espaço, considerando que essas condições estão bem representadas pelas variáveis incluídas.

Uma terceira estimação é feita com algumas variáveis de controle, seguindo o exemplo de artigos como Ahlfeldt (2011), Tyrväinen e Miettinen (2000), entre outros. O tamanho do lote é incluído, tanto na forma linear, quanto na forma quadrática, a fim de captar uma possível saturação do efeito da área do lote no valor. Inclui-se ainda o logaritmo da distância para escolas e para parques, a renda per capita da área em que o lote se encontra e ainda a população desta área. Com a inclusão das novas variáveis, verifica-se que o coeficiente da distância para o CBD estava superestimado (Tabela 3). Pelos coeficientes da terceira estimação, tem-se que o aumento em 1 km a distância para o CBD tem o efeito de 0,65% no preço final do lote vago. Enquanto isso, o aumento em 1% da acessibilidade de um lote vago, tudo o mais constante, tem o efeito calculado em 2,3% no valor final. Lembrando que a variável de acessibilidade varia de 0 a 1, sendo 1 o acesso a 100% dos empregos ofertados em Belo Horizonte em determinado tempo via transporte público a partir do imóvel. As três variáveis de distância incluídas não têm o sinal esperado caso a acessibilidade esteja bem modelada, refletindo os custos de proximidade descritos anteriormente. É um sinal de que o modelo ainda não esteja controlando as características de forma apropriada. Por exemplo, aumentar a distância para a Via Arterial mais próxima em 1km desvaloriza o imóvel em aproximadamente 11%.

Por fim, como discutido na seção de Metodologia, é preciso testar a presença de correlação espacial nos dados. O Diagnóstico Espacial (Tabela 4) foi realizado com uma matriz

de vizinhança com os 15 vizinhos mais próximos. Resultados semelhantes foram obtidos com quantidade de vizinhos diferentes. Para o caso em questão, não é viável realizar as matrizes de peso pelos métodos *Rook* ou *Queen* pois não há unidades espaciais contíguas. Caso fosse analisado a partir dos bairros, esse método seria viável. Como as observações são pontos dispersos no espaço, que representam os imóveis, adotou-se a metodologia de K-vizinhos mais próximos. Pelos testes LM tradicionais, verifica-se que de fato há presença de espacialidades nos dados, ambos rejeitam a hipótese nula de aleatoriedade espacial. Portanto, verifica-se a presença de autocorrelação espacial nos dados, resta saber qual o modelo mais apropriado para abordar a questão. Pelos testes robustos, pode-se dizer que o modelo de erro espacial (SAR-*error*) seja o mais apropriado para tratar os dados em questão, em detrimento do modelo de *lag* espacial, pois rejeita-se a hipótese nula do teste LM robusto do modelo de erro e o mesmo não é possível ser dito para o teste LM robusto para o modelo *lag*.

Tabela 4: Diagnóstico espacial da estimação (3) - Modelo de lotes vagos

Teste	I de Moran/G. L.	Valor	Prob.
I de Moran	0,3336	97,542	0,0000
Multiplicador de Lagrange (<i>lag</i>)	1	3.911,872	0,0000
LM Robusto (<i>lag</i>)	1	0,854	0,3553
Multiplicador de Lagrange (<i>error</i>)	1	9.313,039	0,0000
LM Robusto (<i>error</i>)	1	5.402,022	0,0000
Mult. Lagrange (SARMA)	2	9.313,894	0,0000

Fonte: Elaboração própria.

A quarta estimação foi realizada pelo método GMM para o modelo de erro espacial, isto é, considerando a autocorrelação espacial entre os erros. O entendimento desse modelo passa pelo fato de que há características não observáveis (presentes no termo de erro) que são correlacionadas entre as variáveis. No artigo de Dubin et al. (1999), os autores já apontavam que geralmente o modelo de erro espacial é o mais apropriado para pesquisas com dados de mercado imobiliário. Para a estimação presente, trouxe ganhos marginais de compreensão dos dados (Tabela 3). O coeficiente do *lambda*, componente do termo de erro, foi significativo. Alguns coeficientes de outras variáveis estavam ora subdimensionados, ora superdimensionados, embora nenhum tenha sofrido alteração no entendimento, isto

é, no sinal do coeficiente. Apenas a variável de distância para o metrô deixou de ser significativa estatisticamente. Além disso, o poder explicativo do modelo permaneceu estagnado.

Para fins práticos de previsão de valores, a se desenvolver na próxima subseção, a terceira estimação - por Mínimos Quadrados Ordinários - será adotada como o modelo principal. Todo o estoque imobiliário de lotes vagos do ano de 2020 terá seu valor predito a partir dos coeficientes da terceira estimação. A escolha se deve pelo fato de que a estimação de mínimos quadrados ordinários é apropriada para previsão de valores, como discutido na seção de aspectos metodológicos e de especificação do modelo. A estimação do modelo de erro espacial tem sua relevância no quesito de melhor compreender a importância de cada variável na composição do preço de um lote vago. Porém, por não se diferenciar de forma contundente do modelo MQO, opta-se pelo último para realizar uma prática previsão de preços, haja vista que o mais importante para o próximo passo é uma análise relativa dos preços ao longo do espaço, e não uma previsão eficiente de cada imóvel em particular.

2.6.1.3 Discussão do modelo de lotes vagos

Ainda que o modelo possa ser incrementado com outras possíveis variáveis, pode-se utilizá-lo para a previsão de preços de todos os lotes vagos registrados na Prefeitura de Belo Horizonte, e assim, estimar um gradiente de renda ao longo do território. Assim como disse Ahlfeldt (2011, p. 328), se Alonso estivesse certo, uma vez controlada os custos de locomoção pela acessibilidade ao CDB, isso por si só explicaria a estrutura espacial de preços da terra ao longo do tecido urbano. Além disso, do ponto de vista do consumidor individual, uma melhor localização é adquirida em detrimento de maior área, justamente por conta dos preços elevados nessas regiões.

De posse dos coeficientes do terceiro modelo estimado (Tabela 3), foi realizada uma previsão dos valores para todos os 25.843 lotes vagos disponíveis na base do IPTU do ano de 2020. Foram eliminadas observações que apresentaram valores estimados de metro quadrado desproporcionais, possivelmente por um erro de medida em alguma das variáveis. A mediana dos valores previstos é de R\$472/m² (Tabela 5), próximo dos patamares de valor mediano das transações nos últimos anos (Gráfico 2). Ainda que a maior parte dos lotes vagos disponíveis tenham valor inferior a R\$700/m² - o 3º quartil apresenta valor R\$634/m², existem lotes em que o valor pode chegar a quase R\$10.000/m², representando

um submercado muito específico.

Tabela 5: Descritiva dos valores preditos – Modelo de lotes vagos

	Valor Previsto	Valor/m ² Previsto
N	25.843	25.843
Média	292.880,42	564,55
D. P.	353.534,49	424,97
Mín.	51.971,61	16,83
25%	153.087,39	365,91
Mediana	196.351,76	472,40
75%	300.079,18	634,38
Máx.	4.989.358,15	9.689,67

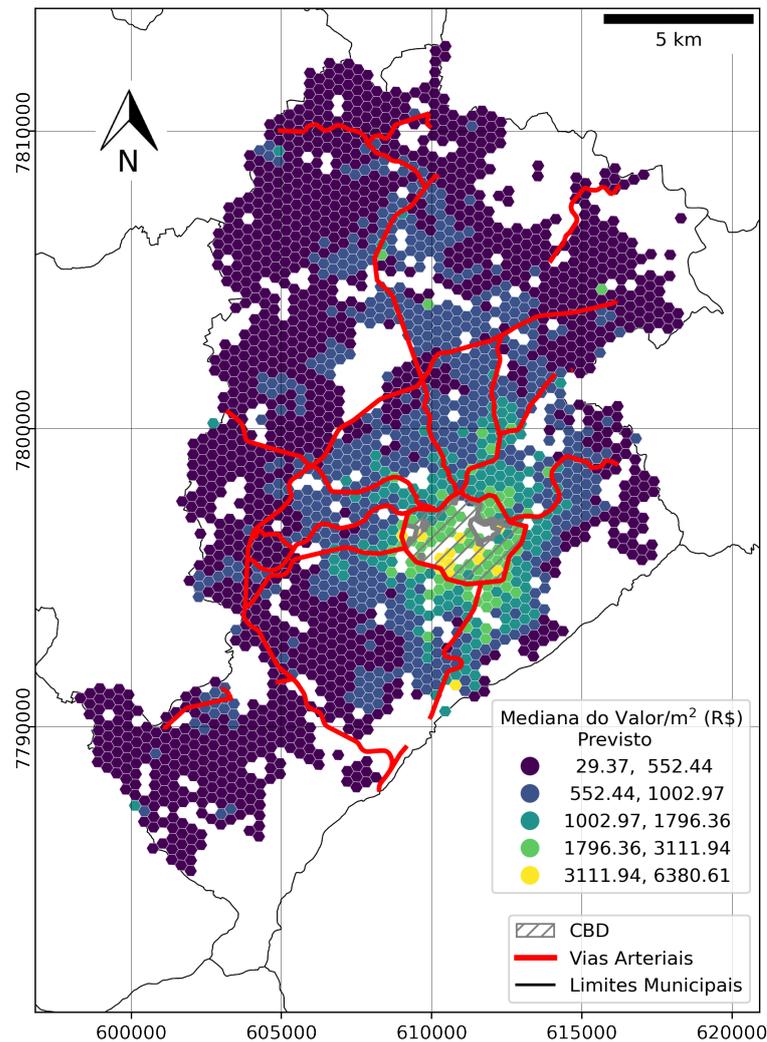
Fonte: Elaboração própria.

Continuando a análise, foi gerado um mapa (Mapa 10) com o intuito de visualizar a distribuição espacial dos valores preditos ao longo do território. Diferentemente dos mapas feitos na seção de análise exploratória (seção 2.6.1.1), a escala do mapa não se restringe aos bairros, e sim é uma mediana dos polígonos de 357 metros nas diagonais, os mesmos utilizados no Projeto de Acessibilidade do IPEA (PEREIRA et al., 2020). O objetivo é ter maior precisão dos pontos de maior valor predito e o contraste com outros hexágonos próximos. O valor de cada hexágono representa a mediana do valor/m² predito dentre os lotes vagos que pertencem a cada polígono.

Os valores preditos mais altos concentram-se na região Centro-Sul, predominantemente dentro do que se estabeleceu como CBD, e ao longo dos corredores viários que partem dessa região. Um outro ponto de concentração de valor é na região do Belvedere, próxima ao limite do município com Nova Lima, considerado um dos vetores da expansão urbana (COSTA, 2006; ALMEIDA et al., 2017). Por outro lado, verificam-se hexágonos com valor mediano na primeira faixa da escala e relativamente próximos ao CBD, especialmente ao norte. Ali estão bairros tradicionais de Belo Horizonte, como Lagoinha, Bom Jesus, Santo André e Concórdia.

O polígono considerado o CBD de Belo Horizonte concentra os maiores valores de metro quadrado previstos (Tabela 6). São os lotes vagos com distância igual a 0 para o CBD (Gráfico 5). Com os resultados, um gradiente de renda no formato esperado

Mapa 10: Previsão valor/m² – Lotes vagos (IPTU - 2020)

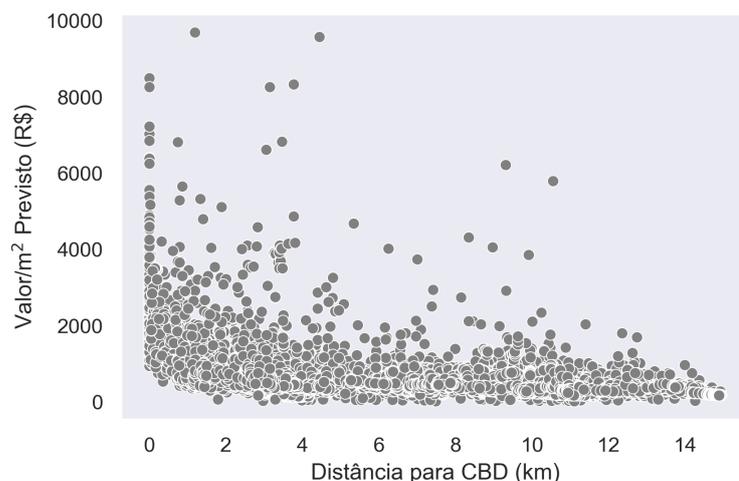


Fonte: Elaboração própria.

pode ser desenhado. Isto é, à medida que se afasta do centro da cidade, menor o valor médio previsto para todos os lotes vagos do município. Os valores previstos chegam a R\$2.750/m² em média na região central (Tabela 6). Considerando o tamanho médio do terreno em 600 m², temos que um lote vago médio na região central pode custar algo em torno de R\$1,65 milhões. Em comparação ao observado ao longo do período de 2009 a 2020, um lote vago de área de 600m² foi transacionado a um valor médio de R\$3,3 milhões (R\$5.470/m²). Três motivos podem explicar essa diferença. O modelo pode estar subdimensionado e/ou os lotes que são transmitidos geralmente são os de maior valor. E ainda, a dummy para o ano 2020 joga os valores para baixo, em comparação aos valores crescentes praticados no período 2009–2014. As hipóteses não são excludentes.

Contudo, mesmo considerando a acessibilidade para os postos de trabalho de Belo

Gráfico 5: Distância para o CBD (km) x Valor/m² previsto (R\$) - Lotes vagos (IPTU - 2020)



Fonte: Elaboração própria.

Horizonte como métrica mais interessante para avaliar a renda da terra, ela não se mostra o único fator explicativo. Percebe-se uma mancha de pontos com valor previsto acima de R\$2.000 o metro quadrado e com pouca acessibilidade em alguns pontos (Gráfico 6). Essas observações se concentram no bairro Belvedere, como pode ser visto no Mapa 10, mas também estão presentes em bairros como Mangabeiras, Santa Lúcia, Santa Amélia, entre outros. Santa Lúcia e Mangabeiras, por exemplo, são bairros tradicionalmente de alta renda e de baixa densidade demográfica, o que pode indicar que o meio de transporte mais utilizado é o individual. No entanto, apenas 31 observações têm o valor/m² previsto maior que a média do CBD (R\$2.750/m²) e acessibilidade menor que a média (40%), o que indica que mesmo esses casos citados acima, em sua maioria têm relativa acessibilidade.

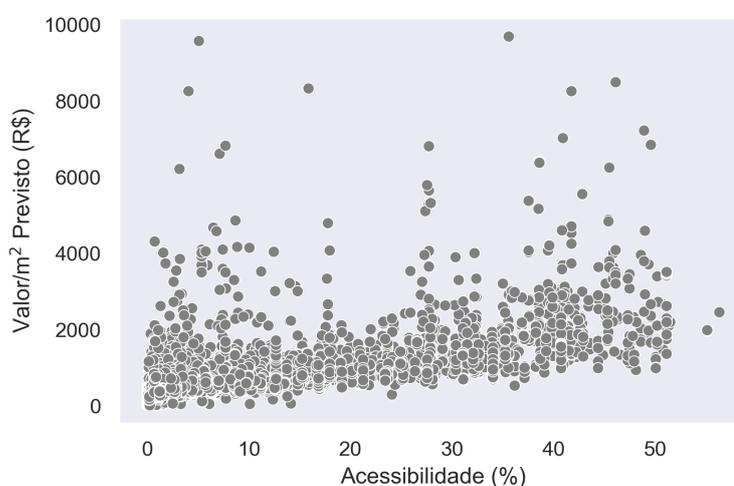
Ademais, existem diversos pontos próximos ao centro que são desvalorizados, como nos bairros Carlos Prates, Lagoinha e Nossa Senhora do Rosário, bairros tradicionais de Belo Horizonte. Dentro do próprio CBD o intervalo de valores previstos é grande, com valor/m² mínimo de R\$944 e valor máximo de R\$8.849 (Tabela 6). O que se pode discernir dessas informações é que a localização somente não explica o seu valor. Outra conclusão importante é que de fato a métrica de acessibilidade é um melhor fator de controle do que a simples distância para a área central de Belo Horizonte. As conclusões seguem as mesmas conclusões de Ahlfeldt (2011), porém abrem brechas para pensar com maior profundidade outros aspectos que condicionam o mercado de terra urbana.

Ao fim dessa seção, pode-se ter um panorama do mercado de lotes vagos no município

Tabela 6: Estatísticas descritivas para CBD e fora do CBD - Modelo de lotes vagos

	CBD			Fora CBD		
	Valor Prev.	Valor/ m^2 Prev.	Acess.	Valor Prev.	Valor/ m^2 Prev.	Acess.
N	180	180	180	25.663	25.663	25.663
Média	1.531.692,41	2.748,08	42,60	284.191,41	549,23	4,34
D. P.	840.365,13	1.322,98	5,59	331.809,13	368,75	6,82
Mín.	438.223,98	944,82	30,32	51.971,61	16,83	0,00
25%	879.209,78	1.986,21	39,75	152.793,00	365,32	0,75
Mediana	1.290.289,74	2.414,29	41,08	195.671,55	470,90	1,99
75%	1.841.304,90	3.111,94	45,88	296.642,78	627,68	4,46
Máx.	4.427.184,80	8.489,86	56,32	4.989.358,15	9.689,67	51,13

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 6: Acessibilidade (%) x Valor/ m^2 previsto (R\$) - Lotes vagos (IPTU - 2020)

Fonte: Elaboração própria.

de Belo Horizonte para o período de 2009 a 2020. A partir de uma análise exploratória dos dados, foi possível identificar que os lotes vagos na cidade concentram-se em áreas mais periféricas, sendo áreas de menor acessibilidade. Em seguida, foi realizada a estimação de um modelo de preços hedônicos para essas observações, a fim de captar a importância das variáveis de acessibilidade e infraestrutura viária para a formação de preços. Incluindo outras variáveis de controle, pouco mais de 50% da variância dos dados foi explicada pelo modelo. Ao fim, de posse dos coeficientes do modelo, foram gerados valores previstos

para todo o estoque de lotes vagos devidamente registrados em 2020. O objetivo era discutir a teoria que relaciona acessibilidade e a precificação da terra no espaço urbano. As conclusões parciais desta seção dão conta da validade das teorias tradicionais, contudo, entende-se que outras questões a respeito precisam ser exploradas.

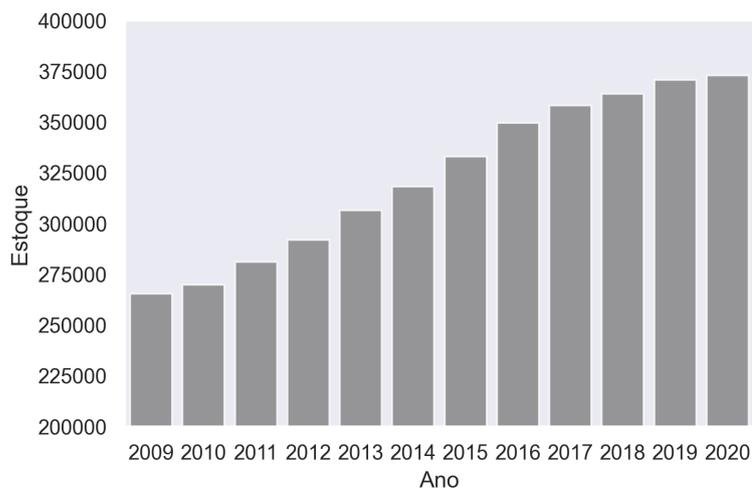
2.6.2 Apartamentos

Realizada a estimação de um modelo de preços hedônicos para os lotes vagos, propõe-se agora uma estimação com os apartamentos de Belo Horizonte. Apesar dos apartamentos terem características construtivas, o que pode acarretar em problemas de mensuração das variáveis, por outro lado, apartamentos são imóveis mais homogêneos em relação a outras tipologias, como casas e galpões. Além do mais, há ampla disponibilidade de apartamentos por todo o território do município, embora haja locais com menor verticalização (ver Mapa 11). Esta seção está dividida em três partes, a exemplo da seção anterior. Na primeira subseção, uma análise exploratória do mercado de apartamentos no município de Belo Horizonte. Em seguida, a estimação do modelo de preços hedônicos para essa tipologia. E por fim, a discussão dos resultados do modelo a vistas do modelo monocêntrico de Alonso, norte teórico deste capítulo.

2.6.2.1 Análise exploratória do mercado de apartamentos

Primeiramente, uma análise exploratória dos dados a serem trabalhados. O estoque imobiliário de apartamentos em Belo Horizonte vem crescendo continuamente. Ao longo da última década, por volta de 100 mil novos apartamentos foram incorporados ao cadastro da Prefeitura de Belo Horizonte (Gráfico 7). Isso indica um crescimento de 40% no período.

Pela base do IPTU, é possível verificar a densidade de apartamentos ao longo do território de Belo Horizonte. As unidades espaciais seguem o padrão da pesquisa de Acessibilidade a Oportunidades do IPEA (PEREIRA et al., 2020), onde o município de Belo Horizonte foi dividido em hexágonos iguais, cujos lados medem 357 metros, o que equivale a uma área de aproximadamente 0,33 km². A grande mancha de concentração de apartamentos se localiza na área central e se expande ao sul, principalmente ao longo da Avenida Nossa Senhora do Carmo. Outras áreas de concentração notáveis são nos bairros Gutierrez e Buritis, na regional Oeste, Cidade Nova, na regional Nordeste e Castelo, na

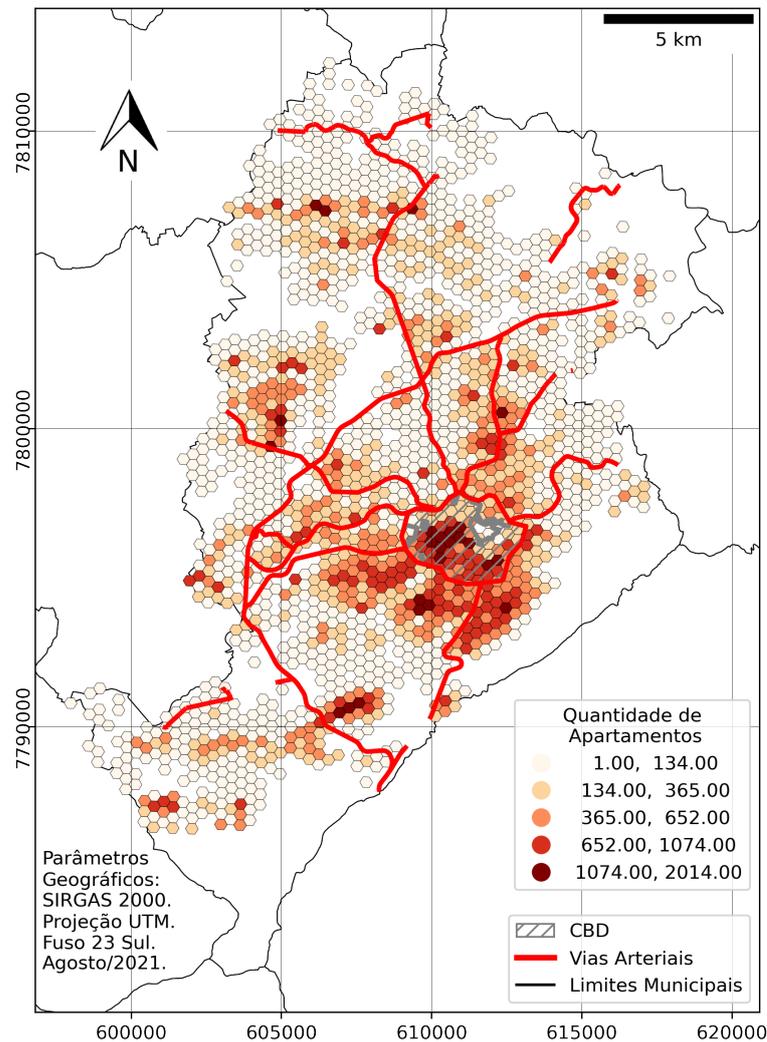
Gráfico 7: Estoque de apartamentos em Belo Horizonte (IPTU - 2009–2020)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PBH.

regional Pampulha.

Quanto aos imóveis transmitidos (àqueles identificados na base do ITBI), tem-se que a mediana dos valores de metro quadrado transmitidos teve seu pico em 2014, com o valor/m² em torno de R\$5.000 (Gráfico 8). Desde então, a mediana do valor/m² das transmissões de apartamentos vêm caindo até o valor próximo a R\$3.500 em 2020. Esse comportamento tem forte indício que o valor mediano tem forte correlação com o contexto macroeconômico, uma vez que o Brasil passa por uma crise econômica desde o ano de 2015. Contudo, o que importa para a análise em questão são os preços relativos dos imóveis no contexto intra-urbano. Caso uma variável macroeconômica afetasse todos os imóveis igualmente, a relação valor-localização se manteria.

A distribuição espacial dos valores de transmissão dos apartamentos no período de 2009 a 2020 estão disponíveis no Mapa 12. A unidade espacial de análise são os bairros de Belo Horizonte e a variável calculada é a mediana do valor/m² para cada unidade. Há cinco classificações realizadas pelo método de Fisher-Jenks. Apenas bairros com mais de 100 transações foram considerados. Em termos gerais, os apartamentos mais valorizados se concentram ao sul da área central e nas imediações a oeste, sul e leste. Ao longo de uma das vias arteriais, a Avenida Nossa Senhora do Carmo, em direção ao município de Nova Lima, ao sul de Belo Horizonte, verifica uma mancha de bairros com valores nas duas últimas escalas do mapa. Alguns outros pontos de destaque são a região ao sul da Lagoa da Pampulha e alguns outros bairros na região Oeste.

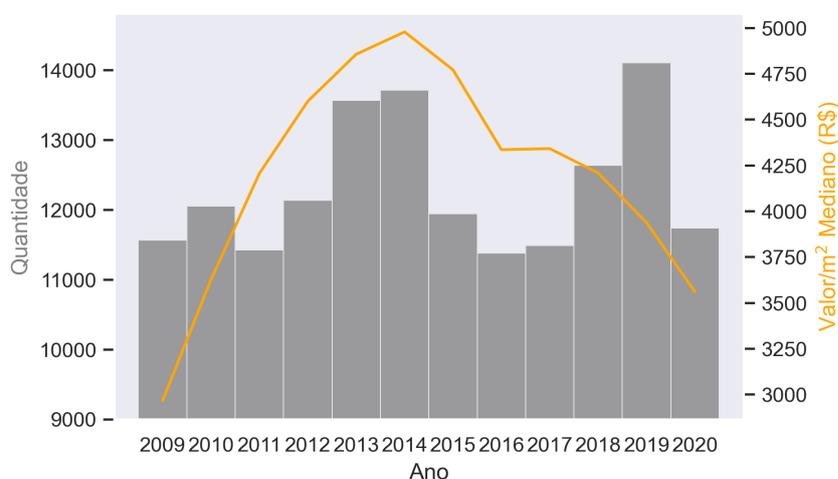
Mapa 11: Densidade de apartamentos (IPTU - 2020)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PBH.

Nas Tabelas 7 e 8, há informações a respeito das estatísticas descritivas das duas bases de dados trabalhadas neste estudo, agregadas das informações externas. Como pode ser visto na Tabela 7, pouco menos de 150.000 apartamentos únicos foram transmitidos ao longo da última década. Isso representa um mercado muito dinâmico, onde 40% do estoque imobiliário de apartamentos foi transmitido ao menos uma vez ao longo dos últimos 10 anos. A média do valor/m² dos 150.000 apartamentos transacionados corresponde a R\$4.332,81. A média da área construída é semelhante nas duas bases, 121 m² para o ITBI e 123 m² para o IPTU.

Quanto às variáveis relacionadas à acessibilidade, pode-se verificar que os apartamentos transmitidos têm menor média da porcentagem de acesso a todos os postos de emprego na cidade de Belo Horizonte pelo transporte público em horários de pico em até meia hora

Gráfico 8: Transmissões de apartamentos e valor/m² mediano, por ano - Apartamentos (ITBI - 2009–2020)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PBH.

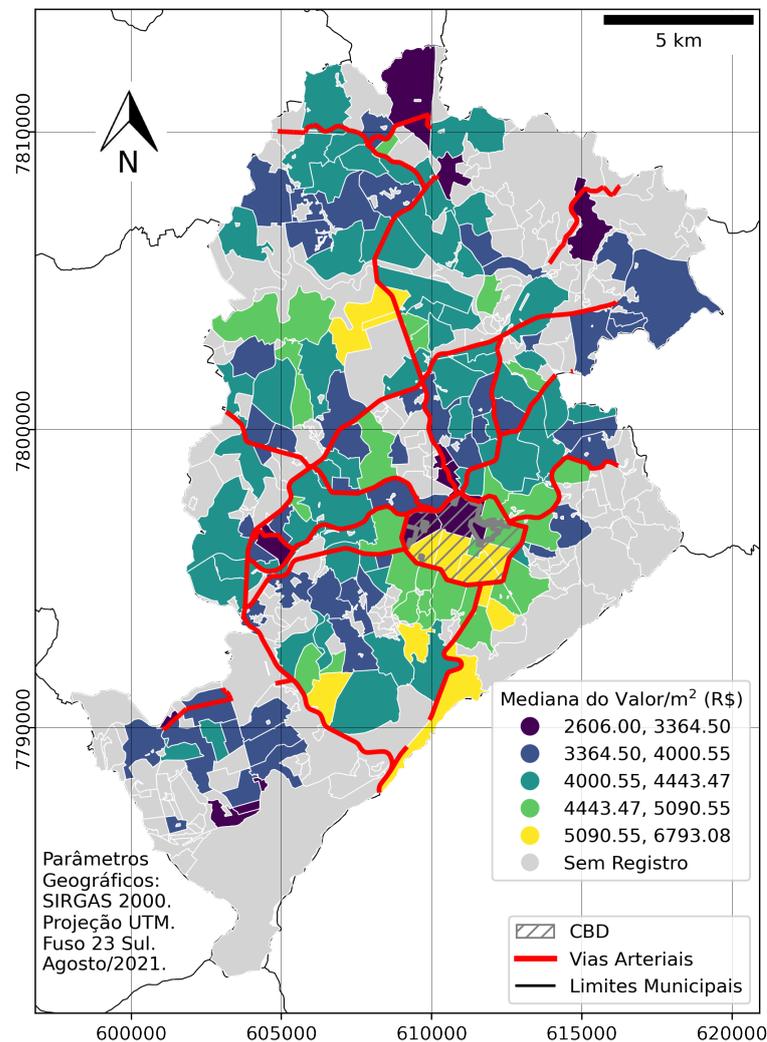
Tabela 7: Estatísticas descritivas dos apartamentos (ITBI - 2009–2020)

	N	Média	D.P.	Mín.	Mediana	Máx.
Valor (x R\$1.000)	147.730	542,88	463,40	8,62	415,00	9915,40
Valor/m ² (R\$)	147.730	4332,81	1315,99	186,44	4252,45	36727,02
Acessibilidade (%)	147.730	11,37	13,56	0,00	4,34	56,32
Dist. CBD (km)	147.730	4,50	3,30	0,00	4,35	14,58
Dist. Metrô (km)	147.730	2,80	1,81	0,06	2,38	7,77
Dist. Ônibus (km)	147.730	2,66	1,73	0,04	2,51	7,97
Dist. Vias Art. (km)	147.730	0,47	0,38	0,00	0,37	2,39
Dist. Escolas (km)	147.730	0,23	0,14	0,00	0,20	1,30
Dist. Parques (km)	147.730	0,81	0,54	0,01	0,72	3,89
Área Construída (m ²)	147.730	121,48	76,03	10,25	102,95	996,48
População	147.730	1182,61	711,86	1,00	1096,00	4789,00
Renda per Cap. (R\$)	147.730	1795,44	1226,85	0,00	1481,70	22399,10

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PBH.

de deslocamento. Enquanto todos os apartamentos cadastrados em 2020 têm como média 15,1% de acesso ao total de empregos, aqueles transmitidos têm como média apenas 11,4%. Assim como a média da distância para o CBD, cuja diferença entre os que foram transmitidos e todo o estoque imobiliário chega a 0,7 km de distância. Isso representa um

Mapa 12: Mediana do valor/m² dos apartamentos transmitidos, Belo Horizonte (ITBI - 2009–2020)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PBH.

mercado de apartamentos ativo em áreas mais periféricas do município.

Essa percepção é reforçada pelo fato de que as médias da população e da renda per capita dos hexágonos – os mesmos realizados pela pesquisa de acessibilidade do IPEA (PEREIRA et al., 2020) – nos quais pertencem os apartamentos são inferiores para os 150 mil transmitidos em contraponto aos 360 mil do estoque atual. Isto é, os apartamentos transmitidos estão em áreas menos adensadas e de menor renda em relação ao contexto do município. Ademais, as distâncias para escolas e parques são semelhantes entre a parcela dos imóveis transmitidos e todo o estoque imobiliário.

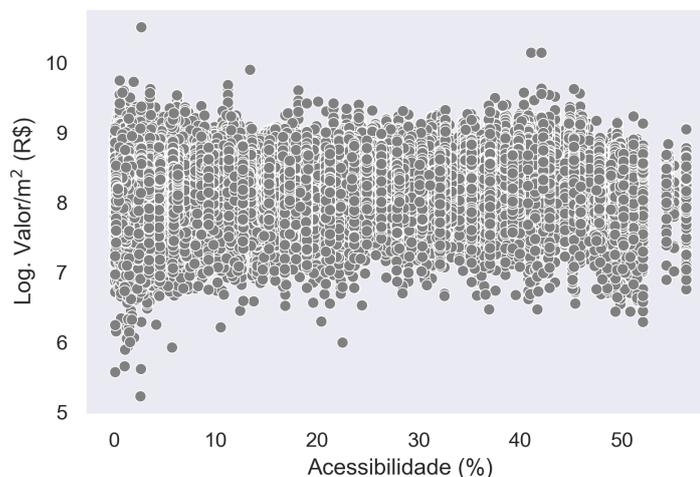
Em busca de mais evidências para construir uma narrativa a respeito da renda da terra urbana, pode-se verificar que para o caso dos apartamentos não há uma relação

Tabela 8: Estatísticas descritivas dos apartamentos (IPTU - 2020)

	N	Média	D.P.	Mín.	Mediana	Máx.
Acessibilidade (%)	360.874	15,10	15,94	0,00	7,06	56,32
Dist. CBD (km)	360.874	3,84	3,41	0,00	2,82	14,93
Dist. Metrô (km)	360.874	2,55	1,69	0,06	2,08	8,38
Dist. Ônibus (km)	360.874	2,49	1,67	0,04	2,29	7,97
Dist. Vias Art. (km)	360.874	0,43	0,36	0,00	0,32	2,76
Dist. Escolas (km)	360.874	0,22	0,14	0,00	0,20	1,28
Dist. Parques (km)	360.874	0,84	0,55	0,01	0,76	4,26
Área Construída (m ²)	360.874	123,49	80,84	10,26	103,58	998,29
População	360.874	1257,50	727,53	1,00	1167,00	4789,00
Renda per Cap. (R\$)	360.874	1999,93	1357,35	0,00	1650,60	22399,10

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PBH.

muito clara entre a acessibilidade e o logaritmo valor do metro quadrado (Gráfico 9). Essa relação havia sido mais perceptível para os lotes vagos (rever Gráfico 3). Isto é, quanto maior a proporção de acessibilidade, maior era o logaritmo do m² dos lotes vagos. Outro ponto a se destacar é a grande quantidade de apartamentos de valor/m² alto em regiões com menor acesso ao total de empregos do município.

Gráfico 9: Acessibilidade (%) x Log. valor/m² (R\$) - Apartamentos (ITBI - 2009–2020)

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

Para além do gráfico anterior, constrói-se uma relação entre a acessibilidade e a renda

da terra urbana ao elencar os dez bairros com os maiores volumes de transações que estão acima do quantil 0,95 para a acessibilidade (Tabela 9a) e os bairros com maior quantidade de observações no quantil 0,95 em termos de valor/m² (Tabela 9b). O quantil 0,95 da acessibilidade corresponde a 41,37% e do valor/m² corresponde a R\$6.572. Pode-se verificar que apenas três bairros constam nas duas tabelas. Isto é, apenas os bairros Lourdes, Santo Agostinho e Savassi têm altos valores relativos de acessibilidade e de valor/m² na composição dos dados do mercado de apartamentos do município de Belo Horizonte.

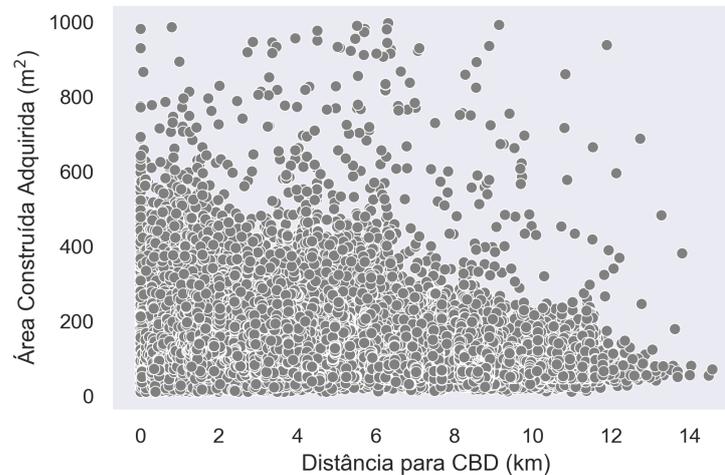
Tabela 9: Quantidade de apartamentos acima do quantil 0,95, por bairro (ITBI - 2009–2020)

(a) Quantil 0,95 Acessibilidade		(b) Quantil 0,95 Valor/m ²	
Bairro	N > Quantil 0,95	Bairro	N > Quantil 0,95
Lourdes	1.146	Belvedere	668
Centro	1.087	Santo Antônio	522
Floresta	1.009	Sion	506
Sagrada Família	552	Serra	489
Savassi	457	Gutierrez	419
Santo Agostinho	420	Anchieta	368
Colégio Batista	396	Lourdes	312
Barro Preto	359	Savassi	298
Boa Viagem	354	Santo Agostinho	263
Funcionários	232	Buritis	238

Na seção 2.6.1.1, a respeito da análise exploratória do mercado de lotes vagos, foi observado que não havia correlação entre a distância para a área central e a área adquirida, contrariando o entendimento do modelo de estrutura urbana. Em relação aos apartamentos (Gráfico 10), pode-se dizer que, na verdade, a área construída adquirida dos apartamentos tende a diminuir ao se distanciar do centro. Isto é, quanto mais próximo do CBD, maiores são os apartamentos transmitidos.

Realizada essa análise exploratória dos dados, pode-se ter conclusões parciais a respeito da importância da acessibilidade para o valor dos apartamentos. A correlação não é inequívoca, pois há diversos pontos com baixíssima acessibilidade e ainda assim valores

Gráfico 10: Distância para o CBD (km) x Área adquirida - Apartamentos (m²) (ITBI - 2009–2020)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

de metro quadrado altos, assim como os pontos com a maior acessibilidade na cidade não são necessariamente aqueles com maior valor. Para entender com maior precisão a influência da acessibilidade nos imóveis serão realizadas estimações, a exemplo dos lotes vagos, para obter o efeito da acessibilidade e outras variáveis no valor de um apartamento em Belo Horizonte.

2.6.2.2 Estimação do modelo de apartamentos

Assim como realizado na seção 2.6.1.2, propõe-se diversos modelos econométricos em busca de avançar aos poucos na compreensão do impacto de diversos fatores na formação dos preços de apartamentos no município de Belo Horizonte. Lembrando que a fonte dos dados são as transações registradas junto à Secretaria Municipal de Fazenda e compreende transmissões de imóveis de 2009 a 2020.

A primeira estimação, realizada por Mínimos Quadrados Ordinários, tem apenas a única variável de distância para a área que corresponde ao CBD. O poder de explicação da variância dos dados é de 15,58% (Tabela 10). Na segunda coluna da mesma tabela é possível visualizar a segunda estimação realizada com todas as variáveis que de alguma forma se relacionam com os custos de transporte pelo território urbano e o acesso aos postos de emprego, aos moldes do modelo monocêntrico de Alonso (1964). O poder explicativo do modelo sobe alguns pontos percentuais, alcançando o valor de 21,44%. O modelo é significativo pela estatística F, assim como todas as suas variáveis.

Tabela 10: Estimação para apartamentos

	(1)	(2)	(3)	(4)
	(MQO)	(MQO)	(MQO)	(SAR)
Constante	6,4175*** (0,0027)	6,4013*** (0,0069)	5,0329*** (0,0055)	5,0330*** (0,0085)
Dist. CBD	-0,0787*** (0,0005)	-0,1098*** (0,0008)	-0,0141*** (0,0005)	-0,0141*** (0,0005)
Acessibilidade		-0,3423*** (0,0186)	-0,1005*** (0,0106)	-0,1005*** (0,0122)
Dist. Metrô		0,1061*** (0,0012)	0,0058*** (0,0007)	0,0058*** (0,0007)
Dist. Ônibus		-0,0200*** (0,0012)	-0,0028*** (0,0007)	-0,0028*** (0,0007)
Dist. Vias Art.		-0,1028*** (0,0044)	-0,0190*** (0,0024)	-0,0190*** (0,0023)
Dist. Escola			-0,0028 (0,0062)	-0,0028 (0,0063)
Dist. Parque			-0,0453*** (0,0017)	-0,0453*** (0,0018)
Área Const.			0,0106*** (0,0000)	0,0106*** (0,0001)
Área Const. ²			-0,0000*** (0,0000)	0,0000*** (0,0000)
População			-0,0000*** (0,0000)	0,0000*** (0,0000)
Renda per Cap.			0,0001*** (0,0000)	0,0001*** (0,0000)
Lambda				0,0000 (0,0000)
N	147.732	147.732	147.732	147.732
(Pseudo) R ²	0,1558	0,2144	0,7661	0,7661
R ² Ajustado	0,1558	0,2144	0,7661	
Estatística F	2,73E+07***	8063,***	4,398E+07***	

Fonte: Elaboração própria.

A próxima estimação tem o mesmo intuito, isto é, agregar informações para controle do modelo econométrico, como a incorporação de avanços descritos por Ahlfeldt (2011). A terceira estimação (Tabela 10) compreende a adição da área construída, fundamental para o entendimento do preço de um apartamento, da população e da renda per capita da parcela do território no qual o apartamento se encontra, e ainda a distância para a escola e o parque mais próximos. Ao final desta terceira estimação, foi possível explicar quase 77% da variância dos dados, um valor que já pode ser considerado significativo para a compreensão dos preços de apartamento. Inclusive, é um valor bem superior ao obtido na estimação do modelo de lotes vagos.

Todas as novas variáveis incluídas são significativas estatisticamente, menos a distância para a escola mais próxima. A partir disso, não é possível dizer que a proximidade para um centro de ensino tenha a mesma relevância que outras variáveis para explicar a precificação dos apartamentos. Em termos da acessibilidade, o sinal do coeficiente foi negativo, ao contrário do esperado. Isto é, quanto melhor a acessibilidade do imóvel, tudo o mais constante, menor seria o seu valor. É preciso lembrar que a variável de acessibilidade incluída no modelo varia de 0 a 1, representando a porcentagem do total de empregos acessíveis em transporte público a partir do ponto de origem em até 30 minutos de viagem. Em termos da grandeza dos coeficientes, pode-se destacar que 1 m² a mais de área construída aumenta em 1% o valor do apartamento, tudo o mais constante. Além disso, os coeficientes da distância para o CBD e da acessibilidade estavam superestimados por conta das variáveis antes omitidas do modelo. Pela terceira estimação, tem-se que 1 km a mais de distância da área central de Belo Horizonte tem o efeito de desvalorizar o apartamento em algo próximo de 1%.

Por fim, a quarta estimação é um modelo SAR-*error*, identificado como mais eficiente para os dados em questão através do diagnóstico espacial (Tabela 11), a partir de uma matriz de vizinhança de 50 imóveis mais próximos. Pelos testes do Multiplicador de Lagrange para o modelo *lag* e para o modelo de erro, ambos apontam espacialidade nos dados. O próximo passo de um diagnóstico espacial, portanto, é analisar os testes robustos, cujos testes são capazes de eliminar a interferência do outro tipo de dependência espacial na análise. Ambos rejeitam a hipótese nula de que há aleatoriedade espacial nos dados, portanto, verifica-se que de fato a autocorrelação espacial é um fator a ser considerado. Contudo, entre os dois testes, o valor do teste LM robusto para o modelo de erro tem um

valor consideravelmente alto, em contraponto ao outro.

Dessa forma, o entendimento do modelo passa pelo fato de que há características não observáveis que estabelecem autocorrelação espacial nos dados. Isto é, as observações, que estão distribuídas no espaço, não são independentes e a implicação disso está no termo de erro dos coeficientes, enviesando o erro padrão e atrapalhando a leitura da significância das variáveis. Porém, o termo do erro correlacionado espacialmente (representado aqui pela letra lambda) não se mostra significativo com a estimação do modelo SAR-*error* em GMM.

Tabela 11: Diagnóstico espacial da estimação (3) - Modelo de apartamentos

Teste	I de Moran/G. L.	Valor	Prob.
I de Moran	0,2103	427,987	0,0000
Multiplicador de Lagrange (<i>lag</i>)	1	20.735,637	0,0000
LM Robusto (<i>lag</i>)	1	1.277,119	0,0000
Multiplicador de Lagrange (<i>error</i>)	1	182.306,372	0,0000
LM Robusto (<i>error</i>)	1	162.847,855	0,0000
Mult. Lagrange (SARMA)	2	183.583,492	0,0000

Fonte: Elaboração própria.

Realizada todas as estimações propostas para essa seção, parte-se para analisar os resultados dessas estimações, com o intuito de verificar a distribuição espacial dos preços previstos para todo o estoque de apartamentos de 2020. Para fins práticos de previsão de valores, a exemplo do que foi realizado com os lotes vagos, a terceira estimação - por Mínimos Quadrados Ordinários - será aquela adotada como o modelo utilizado na próxima subseção. Portanto, o estoque imobiliário de apartamentos do ano de 2020 terá seu valor predito a partir dos coeficientes desta estimação. Os ganhos de uma previsão de valores pelo modelo MQO já foram explicados anteriormente, porém ressalta-se que o foco da próxima subseção está na análise da forma com que os preços se distribuem pelo espaço, e as implicações que essa análise tem sobre o entendimento da teoria de William Alonso, e não necessariamente um modelo mais eficiente, como é o de erro espacial. O modelo econométrico considerando o erro espacial trouxe avanços na compreensão das variáveis, discutidos na subseção presente.

2.6.2.3 Discussão do modelo de apartamentos

Com base nas estimações realizadas na subseção anterior, pode-se perceber que por mais que a acessibilidade tenha relevância na determinação da renda da terra urbana, outras características dos imóveis, sejam elas do próprio imóvel ou referentes à sua localização, também têm impacto na formação de preços do mercado imobiliário. Utilizando os coeficientes da terceira estimação pelo método MQO, pode-se gerar valor previsto para todos os apartamentos cadastrados na base da Prefeitura de Belo Horizonte no ano de 2020. As estatísticas descritivas do valor previsto (Tabela 12) apresentam a mediana de R\$396.861 de valor previsto para os 360.879 apartamentos registrados e com características disponíveis para realizar a previsão de valor. Ainda, a mediana do valor/m² previsto é R\$4.090, valor acima da mediana das transações que realmente ocorreram em 2020. Pode ser considerado mais um indicativo que os apartamentos mais valorizados são menos transacionados proporcionalmente no mercado. Foram desconsiderados os valores previstos acima de R\$30.000/m² e R\$10 milhões por distorcerem a análise e provavelmente serem por conta de variáveis com erros de mensuração.

Tabela 12: Descritiva dos valores preditos – Modelo de apartamentos

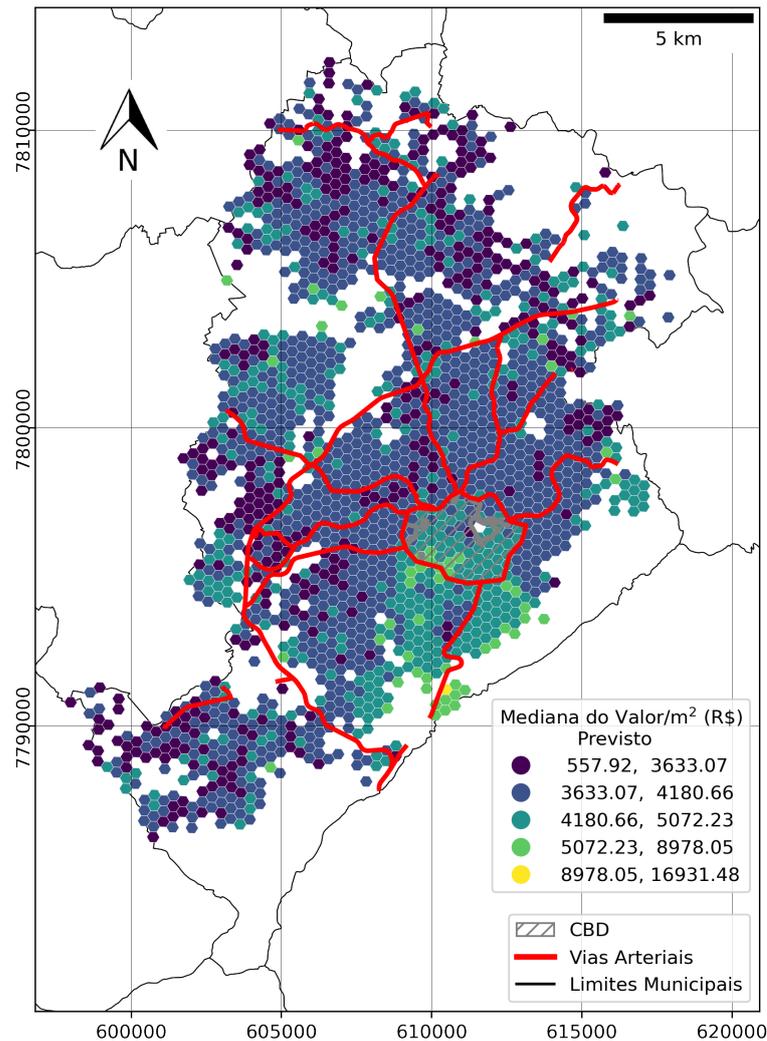
	Valor Previsto	Valor/m ² Previsto
N	360.879	360.879
Média	544.571,43	4.222,82
D. P.	462.748,37	643,78
Mín.	142.033,48	471,13
25%	272.953,82	3802,48
Mediana	396.861,53	4.090,19
75%	609.122,46	4.463,42
Máx.	8.405.430,70	17.353,45

Fonte: Elaboração própria.

A representação dos valores/m² previstos podem ser vistos no Mapa 13. Ao centro, em vermelho e hachurado de cinza está o contorno do CBD para melhor visualização da possível correspondência entre estar dentro desta área e o valor do imóvel. O município foi dividido em hexágonos de áreas iguais, assim como realizado pela pesquisa de Acessibilidade do IPEA (PEREIRA et al., 2020). Por mais que boa parte dos imóveis mais caros

estejam de fato dentro da área que compreende o centro comercial de Belo Horizonte, também há uma parcela significativa destes imóveis de alto valor em outras partes do território, especialmente ao sul desta área. Reforça-se, assim, a importância da regional Centro-Sul como espaço complementar ao centro do município. Como visto na seção 2.5, nesta parcela do território se localizam as famílias de alta renda de Belo Horizonte.

Mapa 13: Previsão valor/m² – Apartamentos (IPTU - 2020)



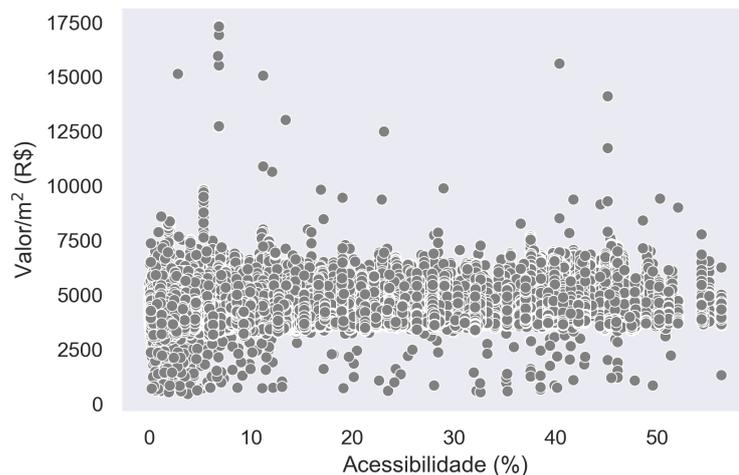
Fonte: Elaboração própria.

Como já discutido diversas vezes ao longo do presente estudo, a acessibilidade parece ser uma métrica mais precisa para a questão discutida do que a simples distância para a área central. Contudo, ainda assim há diversos pontos ao longo do território onde essa relação não é muito clara (Gráfico 11). Não é possível estabelecer um gradiente de renda como nos termos apresentados na seção de revisão bibliográfica, como em Durantton e Puga (2015). A estrutura do mercado de apartamentos desenvolvida até aqui não representa

uma alta correlação linear entre a acessibilidade e o valor da construção.

Pode-se verificar que há diversos pontos com baixa acessibilidade via transporte público e ainda assim o valor/m² ultrapassa a média da cidade. A região do bairro Belvedere, por exemplo, tem valores de metro quadrado previstos entre os mais altos dentro da escala do mapa anterior e, por sua vez, não possui grande acessibilidade nos termos postos pela pesquisa. Nesse caso, é possível que a motorização da população seja uma das atenuantes para essa questão na precificação dos apartamentos. Fora isso, como também visto no modelo de lotes vagos, existe um vetor de expansão da RMBH ao sul, passando pelo município de Nova Lima, especialmente ocupação em prédios de escritório e condomínios residenciais.

Gráfico 11: Acessibilidade (%) x Valor/m² previsto (R\$) - Apartamentos (IPTU - 2020)

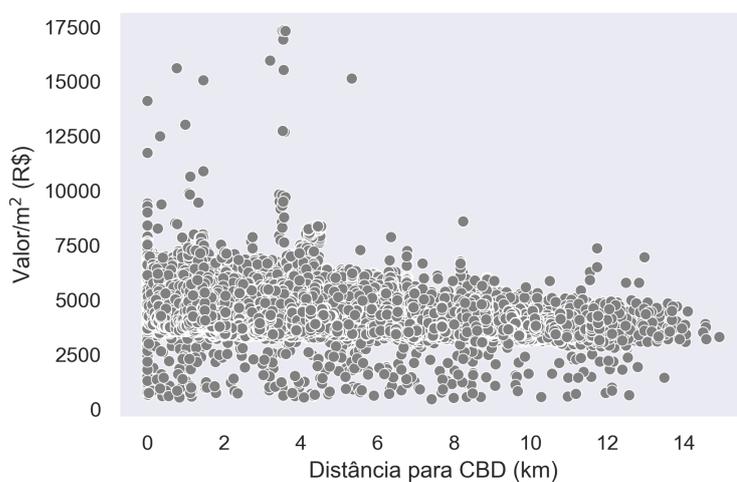


Fonte: Elaboração própria.

Como representado no Mapa 2, a área considerada como o centro comercial, a área interna à Avenida do Contorno, é justamente onde se concentram os empregos do município de Belo Horizonte e, portanto, a região com maior acessibilidade (ver Tabela 13). Uma análise que se desdobrasse apenas sobre esses termos para o município de Belo Horizonte, conseguiria trazer um panorama genérico para o mercado de apartamentos, todavia perderia as particularidades importantes. Nos termos da teoria de Alonso (1964), o gradiente de renda partindo do centro é mais claro (Gráfico 12) do que controlando pela acessibilidade (Gráfico 11). Dessa forma, o pesquisador poderia ser induzido ao erro de afirmar a veracidade irrefutável do modelo monocêntrico da estrutura residencial urbana para o estudo de caso. Em outras palavras, a localização central tem sua grande importância para compreender o mercado, disso não há dúvidas, a questão que se coloca é que há

pedaços importantes do município que não se explicam pela distância ao centro, ou até a acessibilidade do transporte público. Pode-se pensar que são especificidades de um estudo de caso único como Belo Horizonte ou que o modelo monocêntrico realmente seja problemático. Ao mesmo tempo, podem ser características importantes que ainda não estão sendo consideradas e que possam ser incorporadas em um modelo generalizável para explicar a formação de preços no espaço.

Gráfico 12: Distância para o CBD (km) x Valor/m² previsto (R\$) - Apartamentos (IPTU - 2020)



Fonte: Elaboração própria.

De toda forma, recortando o município de Belo Horizonte entre o CBD e o que está fora dele, verifica-se a seguinte situação na Tabela 13. Os imóveis localizados dentro do CBD representam cerca de 14% de todos os apartamentos registrados na base do IPTU 2020. As medianas dos valores previstos para dentro do CBD são R\$519.325 e R\$4.555/m², enquanto que na região fora do CBD as medianas são R\$383.120 e R\$4.028/m². Portanto, é de fato uma área de concentração de valores. A acessibilidade média dos apartamentos dentro da Avenida do Contorno é mais de quatro vezes superior à dos imóveis fora da área. Por outro lado, poderia-se pensar numa comparação regional Centro-Sul e o restante do município, uma vez que os apartamentos mais valorizados se concentram ao longo de toda a região.

Ao longo dessa seção, foi realizada a análise do mercado de apartamentos para o município de Belo Horizonte na última década (2009-2020). No primeiro momento, a análise descritiva dos dados referentes a todos os apartamentos transmitidos no período e aqueles no estoque atual deram algumas intuições a respeito do mercado. Os apartamentos

Tabela 13: Estatísticas descritivas para CBD e fora do CBD - Modelo de apartamentos

	CBD			Fora CBD		
	Valor Prev.	Valor/m ² Prev.	Acess.	Valor Prev.	Valor/m ² Prev.	Acess.
N	44.562	44.562	44.562	316.317	316.317	316.317
Média	727.138,98	4.752,35	44,35	518.851,74	4.148,22	10,98
D. P.	606.684,92	789,72	4,89	432.544,42	583,02	12,21
Mín.	174.805,50	770,79	24,71	142.033,48	471,13	0,00
25%	350.146,51	4.252,37	40,88	263.923,49	3.777,02	1,93
Mediana	519.325,28	4.555,89	43,41	383.120,69	4.028,09	5,30
75%	826.684,15	5.009,85	49,11	579.381,14	4.371,40	17,04
Máx.	3.928.895,32	14.120,37	56,32	8.405.430,70	17.353,45	52,05

Fonte: Elaboração própria.

transmitidos costumam se localizar em áreas com menor acessibilidade, menos densas e de menor renda per capita que a média do município. Em seguida, o modelo de preços hedônicos para os apartamentos conseguiu, ao final das quatro estimações, explicar cerca de 76% da variância dos dados. Foram consideradas as variáveis importantes para o modelo monocêntrico, a exemplo de Ahlfeldt (2011), fora o tratamento espacial. Por fim, a discussão dos resultados passou por verificar a distribuição espacial dos valores ao longo do território, a partir da previsão de valores com o modelo estimado, e, em seguida, a constatação de que a acessibilidade e a distância para a área central não tem o valor esperado, nem o sinal, como no caso da acessibilidade. Os resultados das estimações, a partir dos dados disponíveis, contrariam as conclusões do modelo monocêntrico, respondendo à hipótese deste capítulo. Parece um imperativo agregar outras informações a respeito dos apartamentos, seja características próprias, ou referentes à sua localização, com o intuito de avançar no entendimento da estrutura urbana.

2.7 Conclusão

Esse capítulo teve o objetivo de investigar a viabilidade de se pensar o mercado de terras e de apartamentos de Belo Horizonte, Brasil, sob a ótica do modelo monocêntrico, elaborado por William Alonso (1964). Os resultados apontam que a teoria explica ape-

nas parcialmente a realidade do estudo de caso. Por mais que as áreas centrais, onde concentram-se os postos de emprego no município, tenham valores/m² maiores que a média da cidade, a relação estabelecida por Alonso entre distância ao centro e preço não se verifica para algumas regiões. Mesmo considerando a acessibilidade ao invés da simples distância ao centro (como em Ahlfeldt (2011)), e controlando por diversas variáveis no modelo de preços hedônicos, a relação apresenta fraca correlação e grande dispersão, em especial para os apartamentos.

A Regional Centro-Sul, que compreende o CBD e as áreas ao sul, concentra os valores mais altos previstos pelo modelo de preços hedônicos. É a mesma área onde se concentram os apartamentos e a população de mais alta renda, isto é, uma região verticalizada e de maior poder aquisitivo. Essa área compreende um vetor em direção ao sul partindo do centro da cidade, que se estende até o município de Nova Lima. Por outro lado, existem regiões no município com acessibilidade superiores à média da cidade e que ainda assim os valores previstos são baixos, o que contraria o efeito esperado pelo modelo monocêntrico para a estrutura urbana.

Os lotes vagos são mais sensíveis à acessibilidade (como em Combes et al. (2019)), pois os lotes vagos de maior valor/m², entre todos os lotes vagos do estoque de Belo Horizonte em 2020, estão dentro da área interna ao CBD, enquanto o mesmo não ocorre com os apartamentos. Os motivos ainda não são evidentes, mas pelas próprias características dos lotes, com um potencial construtivo a ser desenvolvido, e os apartamentos, já com características construtivas consolidadas, certamente têm impacto nessas avaliações.

Outra constatação foi que a análise do mercado de apartamentos pela distância ao centro da cidade pode resultar em conclusões precipitadas a respeito do assunto. A relação aparentemente positiva e linear não é tão óbvia quando se considera a acessibilidade ao invés da pura distância ao CBD. A implicação direta disso é afirmar que o modelo monocêntrico é diretamente aplicável para o caso de estudo, quando não o é. Portanto, reafirma-se a relevância da acessibilidade em detrimento da distância linear, como discutido em Ahlfeldt (2011).

Além disso, o diagnóstico espacial do modelo econométrico apontou a presença de erro espacial, isto é, existem características não observáveis que tornam as observações dependentes dos imóveis vizinhos, como já previsto para dados de imóveis (DUBIN et al., 1999). Esse efeito foi controlado por uma estimação que considerasse a presença de

erro espacial e os resultados melhoram o ajuste da estimação, fora a mudança de sinal no coeficiente para a distância para a estação de metrô mais próxima.

Os resultados do capítulo permitem abertura para outras variáveis a serem pensadas, uma vez que o poder explicativo do modelo de preços hedônicos para ambas as tipologia segue com valor abaixo do esperado. Como variáveis de controle, o ano de transação pode ser uma variável importante para modelar o cenário econômico do mercado imobiliário. Ademais, características próprias das observações, como o zoneamento vigente e características construtivas não são consideradas pelo modelo monocêntrico e podem ser agregadas ao modelo. Ainda, na literatura de preços hedônicos, reforça-se o impacto de amenidades urbanas (CHESHIRE; SHEPPARD, 1995; TYRVÄINEN; MIETTINEN, 2000) e que podem ser incorporadas, de forma a atingir um modelo econométrico que possa explicar a estrutura urbana de Belo Horizonte. Essas considerações são a base do próximo capítulo.

3 Além do modelo monocêntrico: fatores complementares na formação dos preços do solo em Belo Horizonte

Este capítulo tem como objetivo dar prosseguimento ao modelo de preços hedônicos desenvolvido no capítulo anterior. A discussão parte do modelo monocêntrico de Alonso (1964), que discute a relação entre a renda da terra e a estrutura urbana. Segundo a teoria, as maiores rendas são auferidas no centro da cidade, local de concentração dos empregos. O modelo discutido anteriormente previa, a partir de informações de transações imobiliárias de Belo Horizonte na última década, verificar a importância dessas ideias para o entendimento da formação de preços no espaço, ampliando a discussão para questões que envolvam a acessibilidade, e não somente a distância para o centro, como em Ahlfeldt (2011). Ao longo do capítulo, foram utilizadas as principais variáveis que se pode obter para se aproximar do modelo de Ahlfeldt (2011), além de promover um debate a respeito da contribuição de cada variável para o modelo.

A partir desse contexto, uma das conclusões inferidas é que somente as variáveis relacionadas à acessibilidade aos postos de trabalho, entre outras variáveis de controle, não são suficientes para explicar por completo o mercado imobiliário de Belo Horizonte, especialmente em certas áreas. Existem áreas próximas ao *Central Business District*, a área central, que não tem os valores esperados, caso considerássemos apenas as ideias de Alonso (1964). Em adição, também há áreas valorizadas e que não estão dentro ou no entorno do que se considerou a área central de Belo Horizonte. Essa parte da pesquisa se propõe a avançar na modelagem incorporando outras variáveis que possam incrementar o poder de explicação do modelo de preços hedônicos, carregando com si o motivo de cada uma dessas serem consideradas para o contexto belorizontino.

A próxima seção apresenta conceitos importantes para o modelo a ser estimado a frente, a partir de uma revisão de literatura com os principais autores sobre o tema. Na seção seguinte, propõe-se uma nova especificação dos modelos de preços hedônicos para cada uma das tipologias, de forma a tratar das discussões levantadas na seção de abordagem teórica e como é possível, dentro da disponibilidade de dados, representar a teoria num modelo econométrico. Logo em seguida, as novas fontes de dados utilizada no capítulo para adiante analisar os mercados de lotes vagos e o de apartamentos, já incorporado

dessas novas variáveis. Por fim, a conclusão do capítulo, repassando os resultados obtidos.

3.1 Abordagem teórica

Este capítulo está dedicado a conceitualizar termos importantes para a pesquisa, além de trazer autores importantes para a literatura desses conceitos. Em primeiro lugar, define-se o zoneamento, cujo entendimento pode variar a depender do contexto. Ainda, na mesma subseção, apresenta-se a fundamentação teórica do zoneamento e seus impactos na estrutura urbana. Destaca-se nos efeitos das políticas urbanísticas como o zoneamento na precificação de imóveis. Em seguida, a outra subseção discorre sobre as centralidades urbanas, conceito de tradição oposta aos pressupostos do modelo monocêntrico. Entende-se por centralidade a região que oferta bens e serviços centrais, isto é, de maior complexidade econômica. Ademais, retoma-se a importância de amenidades urbanas para os modelos de preços hedônicos.

3.1.1 Zoneamento

Antes de adentrar na discussão de zoneamento propriamente dita, é preciso definir o seu conceito. Alguns autores tentam delinear em linhas gerais o seu significado. O zoneamento pode ser entendido como parâmetros e restrições por parte do governo sobre os direitos de uso da terra em determinados espaços (CHUNG, 1994). Ou as restrições legais ou políticas sob as quais o mercado imobiliário deve operar (AURIN, 1977). No entanto, conceitualizá-lo não é uma tarefa simples pelo fato do termo assumir diferentes perspectivas em diferentes contextos. Em cada tradição urbanística, o conceito de zoneamento abrange um escopo de instrumentos em maior ou menor dimensão.

Na literatura norte-americana, por exemplo, o conceito é mais restrito, a ponto de estar relacionado ao tipo de uso do solo. Isto é, o zoneamento é o instrumento para definir se tal espaço será destinado para construções residenciais, comerciais ou industriais. Eventualmente o termo se expande para delimitar entre unidades unifamiliares e multifamiliares (HIRT, 2015). O próprio conceito e o debate que carrega consigo podem se alterar ao longo do tempo. Em detrimento do que se apresentou para os EUA do século XX, atualmente as diretrizes do zoneamento estão mais flexíveis sobre o uso do solo. Atividades mistas dentro de um bairro, até mesmo num mesmo empreendimento, são aceitas sob certas condições e condizem com o entendimento de planejamento urbano recente

(GABBE, 2018). Ademais, no Brasil, o conceito é compreendido diferentemente. Definir o zoneamento na tradição brasileira já incorpora vários instrumentos e regras urbanísticas do que pode se construir, de que forma, quais os limites das dimensões, entre outros aspectos. Logo, é um conceito mais amplo e define-se em diversas categorias - como será visto no zoneamento de Belo Horizonte à frente. Em suma, é importante contextualizar a discussão e identificar em que medida o termo está sendo utilizado.

O próximo passo é compreender as motivações por trás do zoneamento. De forte tradição americana, o argumento principal - do ponto de vista econômico - para a implementação de tal política é a de que o mercado de terras urbano provoca externalidades negativas em sua vizinhança (CRECINE et al., 1967). Isto é, o estabelecimento de um imóvel em determinado local exerce uma influência indireta sobre todos os outros imóveis vizinhos a ele, do mesmo modo que ele sofre a influência de outros. O caso mais clássico para se argumentar por uma política de zoneamento é o caso de uma indústria ao lado de imóveis residenciais. O barulho e a poluição causados por essa indústria são indesejados do ponto de vista dos residentes, portanto, a autoridade pública local intervém, por meio do zoneamento, para impedir que atividades distintas se encontrem numa mesma vizinhança (OHLS et al., 1974).

Ainda dentro desta lógica, o mercado necessita de regulação e coordenação, uma vez que não é de concorrência perfeita, logo não é eficiente. Estão presentes falhas de mercado do tipo externalidades negativas, mencionadas acima, e também assimetrias de informação, barreiras à entrada e poder de monopólio (porque cada localização é única). Uma outra questão que costumeiramente é utilizada em favor de uma política de controle do espaço urbano está em favor da arrecadação tributária local para oferta de serviços públicos, o que na literatura se encontra como *fiscal zoning* (FISCHEL, 1978). Fora da tradição neoclássica, a necessidade de coordenação dos mercados de moradia também é bastante discutida por neomarxistas (HARVEY, 1974) e pós-keynesianos (ABRAMO, 2007b).

A literatura da economia urbana diverge em aspectos fundamentais, desde a própria concepção de uma política de zoneamento, isto é, por quais motivos se deve ter zoneamento numa região, até as implicações dela sobre o mercado imobiliário. De todo modo, a tese proveniente de uma justificativa econômica do zoneamento por conta dos efeitos de externalidade presentes no espaço urbano, e que ainda engloba a discussão de bens públicos, tem tradição nas leituras do economista inglês Arthur Pigou – por isso os autores que

se utilizam dessas ideias são ditos pigouvianos. Externalidades, na literatura econômica, são entendidas como falhas de mercado que precisam ser contornadas por uma autoridade central, a dizer, poder público (CHUNG, 1994; WEBSTER, 1998).

Em contraponto aos pigouvianos, deve-se mencionar a literatura inspirada nas teses do economista britânico Ronald Coase. Para essa visão dita coaseana, o zoneamento é entendido como prejudicial para a eficiência do mercado imobiliário. Por conta disso, advogam em desfavor dessas políticas, não necessariamente a abolição completa. A compreensão parte de uma perspectiva de direitos de propriedade dos agentes econômicos sobre a terra, isto é, um mercado competitivo. Nesse ambiente, os agentes disputam entre si pelos mecanismos de planejamento que melhor atendem aos seus interesses e o contexto que estão inseridos (CHUNG, 1994; WEBSTER, 1998).

Uma terceira teoria pode ser compreendida, cujas bases estão diretamente relacionadas à escolha de bens públicos. Essa análise agrega elementos de destaque de ambas as ideias apresentadas anteriormente. O governo é visto como o agente capaz de coordenar o mercado a fim de prover a oferta de bens públicos de interesse, que podem ser desde infra-estrutura urbana, como parques, vias, iluminação, até equipamentos de educação e saúde. Contudo, dá ênfase ao embate político necessário para que os agentes consigam que suas demandas sejam atendidas, ideias também presentes na tradição coaseana. Nas leituras pigouvianas, essas questões são deixadas a cargo de planejadores (WEBSTER, 1998).

Toda a discussão apresentada ainda permanece ativa no mundo acadêmico e político. É preciso diferenciar, inclusive, que nem sempre essas duas esferas estão em sintonia. Políticas territoriais como a de zoneamento envolve uma série de fatores e é uma decisão política, em última instância. A teoria desenvolvida pode e deve embasar essas decisões de fato, mas a ênfase posta aqui é o cuidado ao interpretar que as diretrizes mais discutidas na academia estão sendo de fato aplicadas. Segundo Aurin (1977), a teoria do planejamento é um compêndio de ideias que se estende ao longo do tempo, agregando soluções que aparecem para os desafios impostos pelos diferentes contextos.

Nas últimas décadas, advogou-se muito para políticas menos restritivas. O argumento é que restrições maiores implicam em custos de produção maiores, estrangulando a oferta de residências em uma região. Esse efeito pode ser entendido como mais preocupante que a limitação de disponibilidade de terras para construção (GLAESER; GYOURKO, 2002).

Dessa forma, há um mercado reprimido pelas regulações e maior flexibilidade implicaria em maior volume de construções.

Segundo alguns estudos, zoneamento menos restritivos podem propiciar maior diversidade do uso do solo (MUNROE et al., 2005), enquanto que políticas anteriores teriam restringido em até 50% o crescimento de 220 regiões metropolitanas dos EUA (HSIEH; MORETTI, 2019). Glaeser e Ward (2009) fazem um estudo empírico para a grande Boston, EUA, e buscam compreender os impactos de fortes regulações sobre os preços dos terrenos e a quantidade de moradia produzida. Contextualizando a dinâmica de Boston, afirmam que as regulações impedem a construção de moradias. Do ponto de vista da teoria, mais construção é importante para a maximização dos ganhos da terra. Contudo, ao controlar a demografia no modelo econométrico, o efeito no preço se dissipa (GLAESER; WARD, 2009).

Estudos importantes destacam a importância do lado da oferta nesse mercado. No artigo de Malpezzi e Wachter (2005), os autores apresentam que tanto a volatilidade de preços como a especulação imobiliária são determinadas pelas condições de oferta. Para os autores, a elasticidade-preço da oferta é fundamental para entender as dinâmicas do mercado imobiliário. Ainda, aqueles ambientes com regulações mais flexíveis, capazes de absorver o contexto e responder aos obstáculos que o mercado apresenta, sofrem em menor escala os efeitos da volatilidade e da especulação. Portanto, políticas regulatórias para incrementar a eficiência do segmento devem seguir essas considerações sobre a oferta de terra utilizável e o mercado imobiliário como um todo (MALPEZZI; WACHTER, 2005).

Em contramão ao que se espera em alguns modelos apresentados anteriormente, há evidências de que o fato de tornar as políticas de zoneamento menos restritivas cause o aumento do preço da terra, na verdade. O mecanismo pode ser entendido como a capitalização do valor do terreno, uma vez que seu potencial construtivo foi expandido. Além disso, *upzoning* (termo utilizado para o processo de flexibilização da legislação urbanística) não parece ter reflexos imediatos na oferta de moradia, uma vez que existe um grande processo até que um empreendimento consiga o financiamento e as aprovações de projeto junto às autoridades. Assim como o próprio tempo de construção (FREEMARK, 2020).

Adiciona-se a essas ressalvas o fato de que tal movimento será efetivo apenas nas regiões onde já há demanda para novas construções. Portanto, uma política generalizada

de desregulação dos parâmetros de discussão não ataca o problema que se pretendia, que são a crescente demanda por áreas urbanas mais desenvolvidas para as classes mais altas; a grande desigualdade nos centros urbanos e; os custos crescentes da terra e da construção em áreas metropolitanas. A crise urbana não é causada pela regulação da terra, mas sim por toda uma conjuntura econômica com várias possíveis causas. Contudo, não deixa de ser relevante discutir como o zoneamento é praticado e qual a função pode exercer em tornar a cidade mais dinâmica, atrativa e menos desigual (RODRÍGUEZ-POSE; STORPER, 2020).

Essa revisão a respeito da forma como o zoneamento é incorporado na análise econômica, um dos encaminhamentos possíveis seria pensá-lo como uma variável importante para pensar a formação de preços no espaço e, ao cabo, a formação das cidades como um todo. O poder público tem a autoridade de delinear certos parâmetros de forma que influencie o mercado, ainda que possam existir limitações na atuação. Além disso, pela discussão vista, não é consensual na literatura a direção do impacto do zoneamento no valor de um imóvel. Parece haver, inclusive, efeitos de curto e longo prazo.

Na seção 3.3, se apresenta o zoneamento vigente de Belo Horizonte durante todo o período de análise e uma análise exploratória desta variável a ser incorporada no modelo de preços hedônicos. Por fim, analisa-se o efeito do zoneamento sobre o mercado de lotes vagos e de apartamentos em Belo Horizonte.

3.1.2 Centralidade e amenidades urbanas

No Capítulo 2 foi discutido amplamente o modelo monocêntrico de William Alonso e o seu entendimento do mercado de terras urbanas. Um dos pressupostos fundamentais do modelo trata o mercado de trabalho como um fator exógeno, sendo que o *locus* de maior concentração de postos de emprego será considerado como o centro comercial da cidade (ou *Central Business District*, na terminologia em inglês). Diz-se, portanto, que essa é uma análise gravitacional, pois, considerando o mesmo peso para cada objeto no espaço, no caso, os empregos, tem-se a maior força gravitacional onde há a maior quantidade destes objetos. No entanto, é possível de abordar essa questão de uma outra forma, de modo que a qualidade da oferta de bens e serviços (e por consequência, também os empregos) seja levada em consideração. Essa é a visão de autores como Lösch e Christaller. Para eles, a centralidade urbana é definida a partir da complexidade dos bens e serviços disponíveis.

Walter Christaller é um geógrafo alemão que estabeleceu a Teoria dos Lugares Centrais. Estudando o sul da Alemanha, o pensador queria entender a distribuição regional das cidades, seus diversos tamanhos e a importância de cada uma para o contexto em que estão inseridas. Para o autor, a cidade tem como característica fundamental ser o centro de uma região. Apesar de Christaller ter suas preocupações voltadas para a rede de cidades que se estabelece a partir de um lugar central, os impactos de suas ideias a respeito do espaço urbano são relevantes. A localização dessas atividades econômicas que ofertam bens centrais estão nos centros urbanos, afetando a distribuição e a estrutura da população da região, além da estrutura viária (CHRISTALLER, 1966; ABLAS, 1982).

August Lösch é um economista alemão cuja obra contribui para as teorias a respeito da localização industrial (LOSCH, 1954). A partir de conceitos estritamente econômicos, o autor define o lugar central como aquele que oferta os bens e serviços centrais. Suas análises se incorporam na literatura de modo que é possível entender o conceito de área de mercado por ele definido (LEMOS et al., 1988; FERREIRA, 1989).

Em seu esquema analítico, Lösch enxerga uma curva de demanda no espaço, semelhante ao observado em análises gravitacionais, onde o ponto mais alto dessa curva é o lugar central e à medida que se afasta do centro, a curva de demanda decai. Contudo, as economias de escala de uma atividade econômica definem a forma dessa curva de demanda espacial. Por exemplo, uma atividade de alta complexidade econômica, que exige uma alta escala para que sua atividade seja viável, tem uma área de mercado superior em comparação a atividades de menor complexidade. O resultado é que certos tipos de atividades só estarão presentes em certas localidades, inclusive estando presentes em apenas alguns centros urbanos, a despeito de outros (LEMOS et al., 1988; FERREIRA, 1989).

Os impactos da teoria têm caráter fundamental para a compreensão do espaço urbano e, por consequência, a formação de preços. De forma complementar a Christaller, tem-se pelas ideias de Lösch que as forças aglomerativas das economias em escala urbana provocam a aglomeração de atividades econômicas e de consumidores nas denominadas centralidades. Portanto, é de se esperar que certas atividades se concentrem em determinadas parcelas do território e, por consequência, valorizem o preço da terra. Em complemento, o acesso a esses bens e serviços centrais, muitos deles exclusivos, também são fatores de valorização das parcelas de território.

Essas ideias são complementares à discussão já apresentada a respeito das amenida-

des urbanas nos modelos de preços hedônicos. É preciso incorporar o acesso a diversos equipamentos urbanos, de modo que estes estejam considerados na formação de preços no espaço (CHESHIRE; SHEPPARD, 1995; PAGOURTZI et al., 2003). O ponto é pensar a localização do imóvel não somente em relação ao centro de maior volume de empregos, e sim de acesso a bens e serviços que façam parte da cesta de consumo das famílias. E, pensando a partir das ideias de centralidade, é decisivo considerar não somente a quantidade de empregos, e sim a qualidade destes.

Realizada essa revisão teórica de alguns pontos a serem abordados ao longo do capítulo, parte-se para a apresentação das bases de dados utilizadas a fim de incrementar o modelo de preços hedônicos para os mercados de lotes vagos e apartamentos de Belo Horizonte. O objetivo, mais do que estimar precisamente o valor de cada imóvel disponível no estoque imobiliário, é verificar a distribuição de preços relativos ao longo do território, dialogando com as ideias da espacialidade dos preços de teorias consagradas. Ademais, discute-se a importância de diversos grupos de variáveis na composição do entendimento da formação de preços no espaço urbano.

3.2 Especificação do Modelo

A exemplo do que foi realizado no capítulo anterior, propõe-se a estimação de um modelo de preços hedônicos (ROSEN, 1974) para ambas as tipologias, isto é, um modelo específico para os lotes vagos e outro para os apartamentos. O objetivo é captar os efeitos de novas variáveis, em consonância com o que foi apresentado na abordagem teórica, de modo a complementar o modelo elaborado no capítulo 1, onde foram utilizadas somente variáveis relacionadas ao modelo monocêntrico (ALONSO, 1964; AHLFELDT, 2011). Logo, as estimações a serem efetuadas correspondem ao método de Mínimos Quadrados Ordinários (WOOLDRIDGE, 2010; GUJARATI; PORTER, 2011), onde os benefícios dessa metodologia já foram explorados anteriormente. Ademais, possíveis tratamentos para autocorrelação espacial serão averiguados e, comprovada a necessidade, um modelo espacial a partir do Método de Momentos Generalizado é estimado (ANSELIN, 2011).

O primeiro tópico mencionado neste capítulo, e que também já havia sido apresentado brevemente no capítulo anterior, trata-se do zoneamento. Como discutido, legislações urbanísticas como o zoneamento podem influenciar a conformação do espaço urbano, de forma a influenciar a estrutura urbana e os preços relativos no território (EVANS, 1983;

GLAESER; GYOURKO, 2002; FREEMARK, 2020). Dessa forma, propõe-se adicionar as informações relativas ao zoneamento para aprimorar a capacidade do modelo de preços hedônicos. Contudo, como a legislação influencia o potencial construtivo de um terreno e não tanto um imóvel consolidado como um apartamento, utiliza-se a variável somente para o caso dos lotes vagos. Outras variáveis específicas para apartamentos serão utilizadas.

A forma de se incorporar a história da estrutura urbana no novo modelo econométrico que se desenha é trazer as características construtivas dos apartamentos. As inovações espaciais, como ditas por Abramo (2007b), carregam com si novos produtos ofertados nos imóveis, especialmente nos apartamentos. Como será visto adiante, o padrão construtivo calculado pela Prefeitura de Belo Horizonte é uma escala que pontua as características contidas nos apartamentos. Logo, apartamentos que têm estrutura com os equipamentos e detalhes arquitetônicos mais sofisticados têm maior valor na graduação do padrão de acabamento. É possível verificar, portanto, onde estão os imóveis com melhores acabamentos pela análise exploratória e, em seguida, verificar o impacto dessa variável no modelo de preços hedônicos a ser estimado. A idade do imóvel, capaz de captar um efeito de depreciação do imóvel também é incorporada para o caso dos apartamentos. Ainda, outras duas variáveis serão construídas, a dizer, a média de idade dos imóveis vizinhos e a proporção de apartamentos ao entorno. Essa é uma outra forma de incorporar características da estrutura urbana próxima ao imóvel. Essas duas variáveis, além do padrão de acabamento, podem captar a valorização que novas frentes imobiliárias produzem ou regiões com menor apelo pelo mercado imobiliário.

As centralidades urbanas, de tradição dos escritos de Christaller (1966) e Losch (1954), e as amenidades urbanas, de ampla aceitação em modelos de preços hedônicos (TYRVÄINEN; MIETTINEN, 2000; PAIXÃO, 2015), podem trazer novos elementos com contribuições marginais para o modelo. A distância a diversos pontos de interesse e índices que sintetizam a oferta de serviços na região estão disponíveis para o município de Belo Horizonte e serão utilizados na estimação. Entende-se que o efeito dessas variáveis não têm a mesma influência no mercado imobiliário como outras características como acessibilidade, metragem, entre outras, mas que não deixam de ter sua parcela de contribuição.

Portanto, espera-se que, ao final, tenham-se construído modelos de preços hedônicos robustos para ambas as tipologias capazes de captar a variância das observações passadas para, em seguida, realizar uma estimação dos valores para o estoque atual. Na seção

seguinte, todas as novas bases de dados utilizadas neste capítulo serão apresentadas. Além das fontes, menciona-se os tratamentos realizados em algumas delas, assim como a forma de agregar as informações às observações das transmissões de imóveis do período em análise. Por exemplo, existem informações que dizem respeito ao bairro ou à região que o imóvel se localiza, logo todos os imóveis dentro de uma mancha, recebem o mesmo valor para determinada variável.

3.3 Bases de dados

Encontra-se nessa seção as bases de dados complementares utilizadas para as estimativas neste capítulo, em adição às bases já apresentadas no capítulo anterior. Espera-se, em certa medida, que as variáveis disponíveis sejam capazes de captar os aspectos não contemplados pelo modelo monocêntrico, mas que pela discussão desenrolada ao longo da pesquisa, apresentam-se importantes para pensar a formação de preços no espaço urbano. Primeiramente, a variável urbanística de Coeficiente de Aproveitamento Básico, referente à legislação vigente em Belo Horizonte durante o período da disponibilidade dos dados. Em seguida, o Padrão de Acabamento, variável disponível apenas para os apartamentos pois é uma métrica a partir das características construtivas. De forma a captar a estrutura urbana, adicionam-se a essa lista variáveis como a idade do imóvel, uma variável que mede a verticalização da vizinhança e a idade média do estoque imobiliário local. Outras distâncias a pontos de interesse também são adicionadas ao modelo. Por fim, o Índice de Qualidade de Vida Urbana, calculado pela própria Prefeitura de Belo Horizonte.

3.3.1 Coeficiente de Aproveitamento Básico

A primeira variável, a ser utilizada somente para o caso dos Lotes Vagos, é a do Coeficiente de Aproveitamento Básico (CA Básico). Essa variável, relacionado ao zoneamento do município, pode influenciar no preço do lote na medida em que seu potencial construtivo é determinado pela legislação municipal. Partindo da lógica que o valor do lote está mais relacionado ao seu potencial valor, a partir de uma construção futura, e não ao seu valor intrínseco, o que se pode realizar na porção de terra é determinante para seu valor. A discussão a respeito da relação entre zoneamento e preço da terra tem ampla discussão na literatura e foi apresentada na seção 3.1.1.

As informações para o Coeficiente de Aproveitamento Básico para cada lote vago de

Belo Horizonte seguiram o seguinte critério: a partir da legislação vigente na última década (Plano Diretor, Lei 7.165/96), obteve-se a Zona de Uso de cada imóvel. Em seguida, a partir da tabela de referência da Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei 7.166/96 e alterações), se obteve o valor do Coeficiente de Aproveitamento. Contudo, existem casos onde a Zona de Uso não é a predominante para se estipular o valor do Coeficiente. As Áreas de Diretrizes Especiais (ADEs) determinam um sobrezoneamento sobre parcelas do território de Belo Horizonte. Com as manchas obtidas pelo site BH Map⁷, pode-se sobrepor as duas camadas e extrair o Coeficiente de Aproveitamento de fato dos lotes vagos localizados nessas áreas de interesse, pois essa informação não é compilada pela Prefeitura de Belo Horizonte. Há de se mencionar que Belo Horizonte aprovou um novo Plano Diretor em 2019 (Lei 11.181/19), estabelecendo novos padrões de zoneamento para o município. Contudo, nenhuma transmissão de imóvel considerada nesta pesquisa esteve sob o novo Plano Diretor e seus instrumentos urbanísticos.

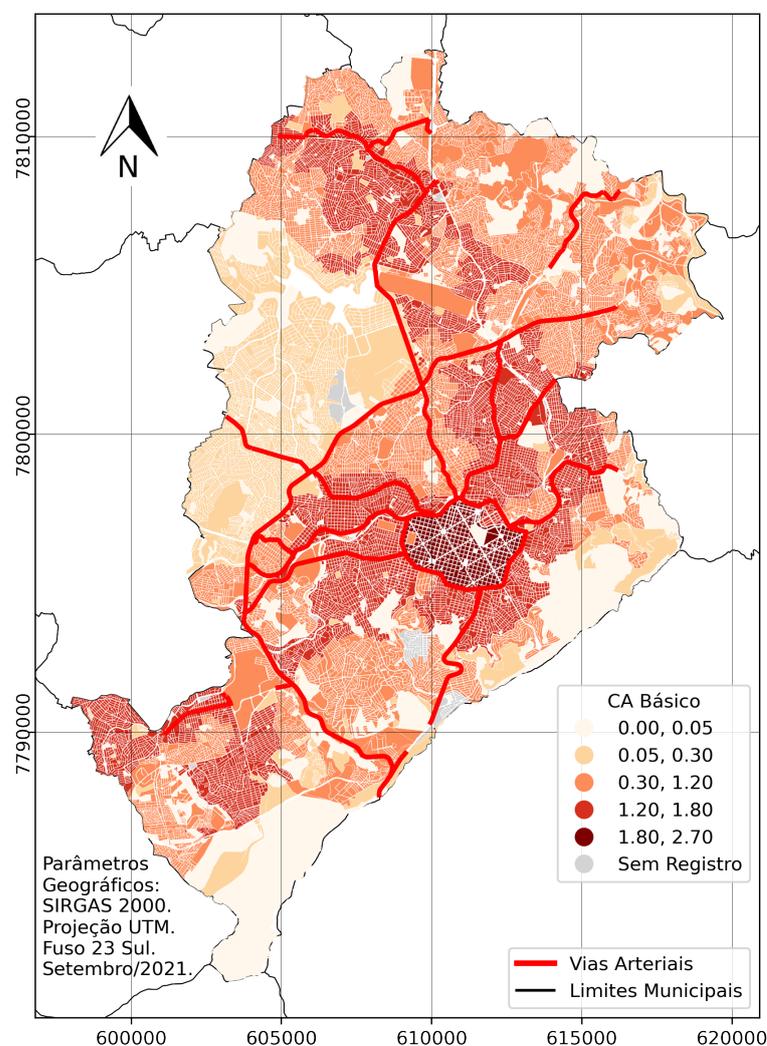
A Zona de Uso é uma informação que consta no cadastro do IPTU, enquanto que a camada geográfica das ADEs foi obtida no site BH Map. As tabelas de referência para a composição entre Zona de Uso, ADE e Coeficiente de Aproveitamento Básico foram verificadas na Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei 7.166/96), entre outros arquivos disponibilizados pela Prefeitura de Belo Horizonte com as alterações realizadas ao longo dos anos.

No Mapa 14 é possível visualizar as diversas parcelas do território de acordo com o seu Coeficiente de Aproveitamento Básico em escala. Em cores mais claras, são aquelas parcelas com menor valor para o C.A. Básico, e à medida que as cores vão ficando mais vermelho-escuras, maior o valor de potencial de construção. A área interna à Avenida do Contorno, considerada neste estudo como o *Central Business District*, tem o maior valor, de 2,7. Isso reforça os objetivos do planejamento municipal em densificar as construções em áreas onde há maior postos de emprego. Também é possível visualizar que outras áreas com maior potencial construtivo geralmente estão ao longo das Vias Arteriais, embora isso não seja uma máxima por todo o território. Por exemplo, a região do Barreiro, a sudoeste do município, também tem grandes parcelas de território com o C.A. Básico acima de 1,2, embora esteja longe das Vias Arteriais. E o contrário também ocorre. A região próxima ao centro, imediatamente ao norte, tem baixo potencial construtivo. Essa área,

⁷<https://bhmap.pbh.gov.br>.

que se localiza bairros históricos como Lagoinha, Bonfim, Nossa Senhora do Rosário, entre outros, faz parte de um processo histórico de ocupação popular (VILLAÇA, 2001).

Mapa 14: Coeficiente de Aproveitamento Básico de Belo Horizonte sob a Lei de Uso e Ocupação do Solo anterior (Lei 7.166/96)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PBH.

3.3.2 Padrão de acabamento

O Padrão de Acabamento⁸ é uma medida de qualificação das construções a partir de diversas características presentes nas edificações. Dentre as tipologias abordadas ao longo deste texto, o Padrão de Acabamento se aplica somente à tipologia Apartamento. A metodologia consiste em atribuir uma pontuação específica aos seguintes fatores: equi-

⁸Fonte: Manual de Procedimentos do Cadastro Imobiliário. Prefeitura de Belo Horizonte, GCAT (Gerência de Cadastros Tributários), 2015.

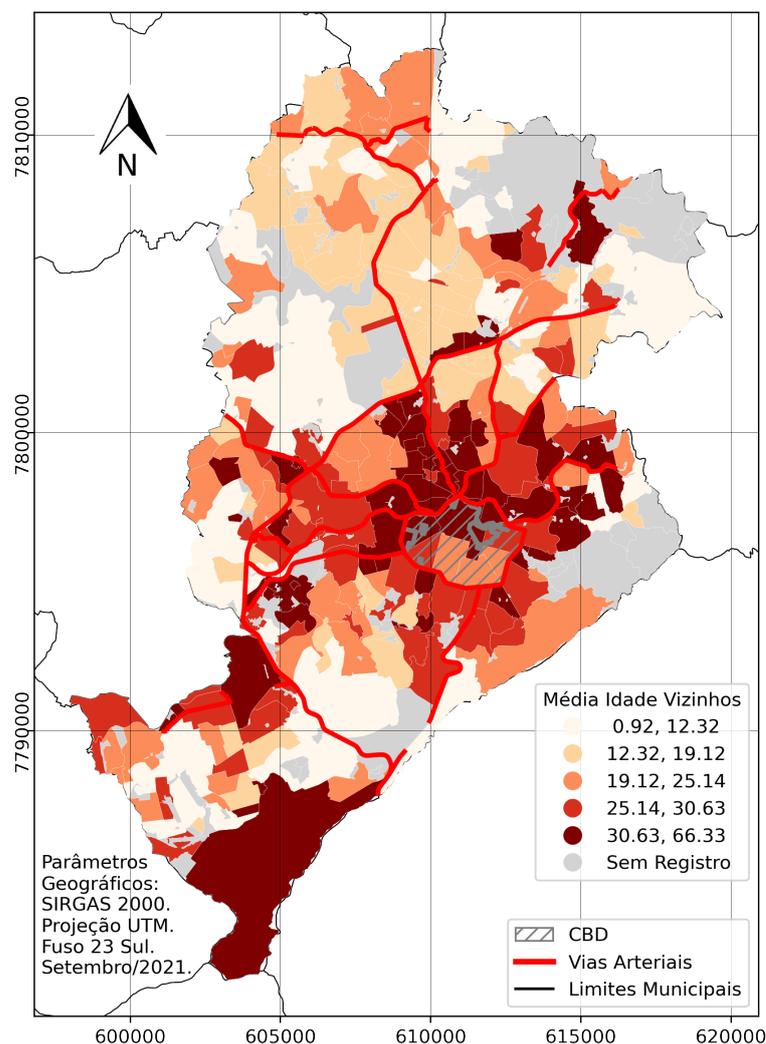
pamentos da edificação (estacionamento/garagem, guarita, hall privativo, interfone, playground, portão eletrônico e gás canalizado), revestimento, esquadria, e acabamentos do hall de entrada. Ao fim da avaliação, a pontuação final corresponde a uma escala, que no caso dos apartamentos vai do nível P1 ao P5, sendo o último a classificação para os apartamentos com as melhores características construtivas.

3.3.3 Idade, proporção de apartamentos vizinhos e média de idade dos vizinhos

Objetivando captar a estrutura urbana do entorno de um imóvel, pensou-se em criar duas variáveis que medissem a verticalização da região em que o imóvel se localiza e ainda a média de idade dos imóveis vizinhos. Utilizando-se da lógica de econometria espacial, em que o termo lag espacial se refere à média das observações dos vizinhos, construiu-se essas variáveis. Portanto, é uma variável de caráter único do imóvel, mas que sintetiza as características dos vizinhos. A partir de uma matriz de vizinhança com os 50 vizinhos mais próximos, a variável de Proporção de Apartamentos capta a porcentagem de quantos imóveis vizinhos são apartamentos dentro desse universo de 50 imóveis. Essa variável capta a verticalização da área, uma vez que os apartamentos são os imóveis verticalizados (ver Mapa 11 para uma representação da concentração de apartamentos no território). Logo, a variável varia entre 0 e 1, sendo que o limite inferior significa que nenhum dos vizinhos é um apartamento e o limite superior é a condição oposta, representando, neste último caso, uma região verticalizada. Da mesma forma, a matriz de vizinhança de 50 imóveis foi utilizada para calcular a Média de Idade das construções ao entorno, sendo que os lotes vagos, por não terem construção, o valor para a idade é tido como *missing* e não entram, portanto, na conta do valor médio. Por fim, a idade do próprio imóvel também é adicionada à estimação. Essa variável foi calculada pela subtração do Ano de Transação pelo Ano de Construção, ambos disponíveis nas bases disponibilizadas pela PBH.

No Mapa 15 é possível visualizar a média por bairro da variável que capta a idade do estoque imobiliário ao entorno dos apartamentos da base IPTU 2020. As regiões com o estoque imobiliário mais antigo encontram-se na parcela norte do CBD e suas imediações ao Norte, na região dos bairros Lagoinha, Carlos Prates, entre outros. Alguns bairros próximos ao centro da cidade, nas regionais Oeste (como Prado e Barroca) e Leste (como Santa Tereza e Floresta) também têm média do estoque imobiliário com idade superior

Mapa 15: Média de Idade dos Imóveis Vizinhos (%) - Apartamentos (IPTU - 2020)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PBH.

a 30,63 anos, valor do limite inferior da última escala. Por outro lado, a região norte da cidade, que compreende as regionais Pampulha, Norte e Venda Nova, é a de menor idade do estoque imobiliário. O método de classificação utilizado foi a divisão em quintis.

3.3.4 Distâncias a pontos de interesse

Em adição às demais distâncias já incluídas nas estimações anteriores, estas relacionadas a questões de transporte, escolas e parques, foram incluídas novas camadas geográficas com pontos de interesse que possam influenciar o preço de um imóvel no mercado imobiliário de Belo Horizonte. As distâncias incluídas são para equipamentos públicos e privados de grande interesse, alguns especialmente para o caso de Belo Horizonte. Todas essas camadas também têm como fonte o site BH Map. Primeiramente, tem-se a distância para

os aeroportos de Belo Horizonte, que são dois, um na região da Pampulha, a norte de Belo Horizonte, e outro na região Noroeste. A poluição sonora pode ser o principal motivo em que se localizar perto de um aeroporto tenha impacto negativo na precificação de um imóvel. Igualmente relacionado a outros meios de transporte, a distância para as ferrovias pode ter um impacto relevante para o mercado local – já discutida sua importância histórica anteriormente.

A respeito das praças, foi pensado um tratamento da informação. Segundo a camada de praças de Belo Horizonte, há 899 delas no município, o que ocasionaria em considerar grandes praças sendo iguais a pequenas praças em efeito no modelo econométrico. Portanto, as 45 maiores praças em área (aproximadamente 5%) foram ditas Praças Regionais, englobando praças de grande apelo em Belo Horizonte, como Praça da Liberdade, da Assembleia e Praça do Papa, por exemplo. Enquanto que as Praças Locais são as 854 praças restantes.

Dando prosseguimento a lista de distâncias calculadas para cada imóvel, pode-se citar os equipamentos considerados Atrativos Turísticos⁹, que incluem atrativos culturais, naturais, gastronômicos, centros de entretenimento e lazer e de realizações técnico-científicas. Ainda, têm-se Equipamentos Culturais, Clubes Esportivos e Shoppings como equipamentos urbanos relacionados, que podem ser tanto de propriedade pública quanto privada. Os Centros de Saúde também foram considerados, com o intuito de mensurar o acesso à saúde pública de Belo Horizonte. Por fim, as instituições de Ensino Superior também estão incluídas, dando continuidade ao acesso à educação, agora a nível superior, no município.

3.3.5 Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU)

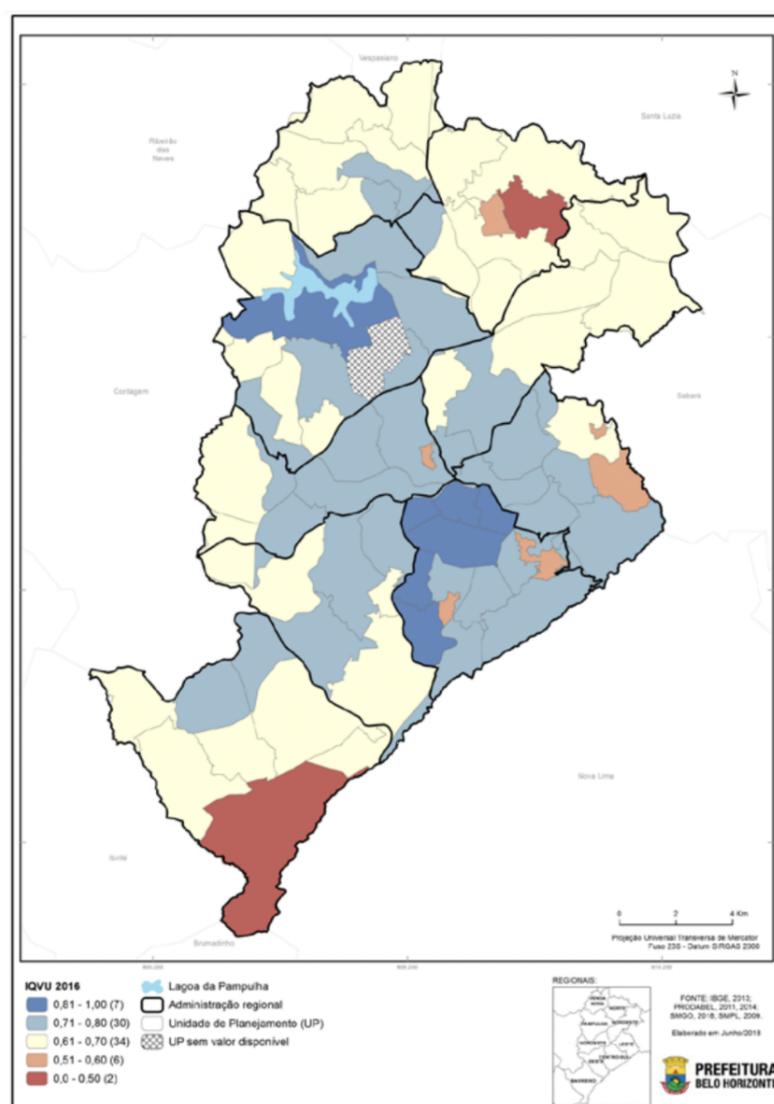
Não obstante a esses diversos pontos de interesse, foi pensado a inclusão de uma variável que captasse a dinâmica econômica e social da região em que os imóveis se localizam. A Prefeitura de Belo Horizonte tem um índice que busca "quantificar a disponibilidade de bens e serviços públicos e privados na cidade"¹⁰, chamado Índice de Qualidade da Vida Urbana. O índice é composto de 10 grandes fatores, que vão desde do comércio local aos espaços de lazer, além da provisão de infraestrutura e segurança. O índice varia de 0 a 1, sendo o limite superior o considerado ideal.

⁹Foram retirados os parques pois já haviam sido incluídos separadamente no capítulo anterior.

¹⁰Fonte: <https://prefeitura.pbh.gov.br/estatisticas-e-indicadores/indice-de-qualidade-de-vida-urbana>.

A unidade espacial considerada para o IQVU é a Unidade de Planejamento (UP), em que se agrupa uma quantidade de bairros, mas que não chega a ter um caráter e tamanho de uma Regional. Belo Horizonte é dividida em 80 UPs, cujo foco é orientar políticas públicas localizadas, sendo o IQVU um desses índices de acompanhamento. O IQVU tem disponibilidade para os anos 2006, 2010, 2012, 2014 e 2016, logo, os anos em que não há informação foi extrapolado linearmente o valor para se obter um índice de IQVU anual para o período de análise da pesquisa.

Mapa 16: IQVU (2016)



Fonte: PBH (2018)¹¹

A unidade espacial considerada para o IQVU é a Unidade de Planejamento (UP), em que se agrupa uma quantidade de bairros, mas que não chega a ter um caráter e tamanho de uma Regional. Belo Horizonte é dividida em 80 UPs, cujo foco é orientar políticas

públicas localizadas, sendo o IQVU um desses índices de acompanhamento. O IQVU tem disponibilidade para os anos 2006, 2010, 2012, 2014 e 2016, logo, os anos em que não há informação foi extrapolado linearmente o valor para se obter um índice de IQVU anual para o período de análise da pesquisa (Mapa 16).

Todas essas informações serão úteis para os modelos de preços hedônicos a seguir. A partir das informações disponíveis, realiza-se uma nova análise dos mercados de lotes vagos e de apartamentos em Belo Horizonte, dessa vez focando nas novas variáveis agregadas. O objetivo, como já descrito, é aprimorar a estimação do modelo econométrico para ambas as tipologias, uma vez que já foi discutido que o modelo monocêntrico por si só não é capaz de explicar a formação de preços no espaço urbano do estudo de caso.

3.4 Análise

Descritas as variáveis a serem incluídas nas estimações por vir, estabelece-se aqui uma análise exploratória das informações para as duas tipologias consideradas nesta pesquisa, a dizer, lotes vagos e apartamentos. A próxima subseção está dedicada aos lotes vagos, com tabelas de estatísticas descritivas das novas variáveis para as observações, depois a estimação do modelo de preços hedônicos para a tipologia e, ao fim da seção, uma discussão dos resultados à luz das teorias apresentadas. Em seguida, parte-se para a realização do mesmo roteiro, agora com os apartamentos de ambas as bases de dados. Essa análise segue o caráter já realizado na seção 2.6, cujo intuito é de construir uma narrativa do mercado imobiliário dessas duas tipologias para o município de Belo Horizonte, concomitantemente ao modelo econométrico. Ao final do capítulo, e introduzindo o que será discutido no próximo, entende-se que mesmo validando os avanços trazidos pelas novas variáveis, ainda existem brechas na teoria para explicar tanto a formação de preços no espaço urbano, quanto a importância da acessibilidade como uma variável fundamental nesse processo.

3.4.1 Lotes vagos

Como adiantado no parágrafo anterior, essa seção tem como objetivo desenhar uma análise do mercado de lotes vagos no município de Belo Horizonte se equivalendo da literatura apresentada. As variáveis relacionadas ao zoneamento, condições macroeconômicas, história da estrutura urbana e as atividades econômicas locais contribuem para melhor a explicação do modelo de preços hedônicos para lotes vagos. A terceira parte desta seção

trata de gerar um valor previsto para todo o estoque de lotes vagos de 2020 e analisar as teorias envolvidas.

3.4.1.1 Análise exploratória para lotes vagos

As tabelas com as estatísticas descritivas para os lotes vagos (Tabelas 14 e 15) dialogam entre si no sentido de que, na primeira, temos os terrenos transacionados no município ao longo da última década (2009 a 2020), enquanto que na segunda é o estoque imobiliário atual (2020). É possível, portanto, que um mesmo lote esteja sendo contabilizado nas duas tabelas, uma vez que ele tenha sido transacionado no período e que não tenha sofrido nenhum tipo de alteração que caracterizasse uma mudança de tipologia, como a construção de um prédio no terreno, por exemplo. Ainda assim, o diálogo entre as duas tabelas vai no sentido de procurar entender se há uma diferença entre os lotes que são transacionados e aqueles que fazem parte do estoque atual. Uma diferença pode significar um padrão dos lotes mais desejados no município. Uma análise exploratória também indica a situação das diversas variáveis para a tipologia em estudo.

O Coeficiente de Aproveitamento Básico tem média igual para ambos os recortes, com o valor de 1,13. Isso significa que, na média, os lotes vagos têm o potencial construtivo básico de 1,13 vezes o tamanho do terreno. Enquanto isso, os lotes transmitidos estão em áreas pouco menos verticalizadas e mais recentes, do ponto de vista da idade média das construções ao entorno. Apesar da diferença entre as médias ser de 0,5% na proporção de apartamentos vizinhos, e na idade dos vizinhos ser menor que 3 anos, pode ser um indicativo, em conjunto a outras variáveis por analisar. Em relação à distância dos pontos de interesse, em geral, os lotes transmitidos parecem se localizar em áreas mais distantes, ainda que as diferenças também sejam mínimas, do que o estoque atual de lotes vagos. Os lotes vagos do município de Belo Horizonte, seja aqueles que constam na base do ITBI, quanto aqueles que constam na base do IPTU, estão, em média, muito distantes de diversos equipamentos urbanos que poderiam ser caracterizados como centrais, como clubes esportivos, equipamentos culturais, praças regionais e shoppings. Como já discutido anteriormente, os lotes vagos de Belo Horizonte se concentram em áreas mais periféricas do município.

Por fim, em relação a todos os parâmetros do IQVU, tem-se que os lotes vagos têm valores praticamente idênticos entre as duas tabelas, em se tratando das médias, apesar de se referirem a dinâmicas diferentes do mercado imobiliário local. Os imóveis estão em

Tabela 14: Estatísticas descritivas dos lotes vagos (ITBI - 2009–2020)

	N	Média	D.P.	Mín.	Mediana	Máx.
CA Básico	9.934	1,13	0,31	0,05	1,00	2,70
Prop. APs Vizinhos (%)	9.934	23,71	29,97	0,00	6,00	100,00
Média Idade Vizinhos	9.934	17,49	9,12	0,31	16,50	65,19
Dist. Aeroportos (km)	9.934	4,86	2,74	0,01	4,39	13,31
Dist. Atrat. Tur,. (km)	9.934	1,72	1,27	0,02	1,35	5,89
Dist. Centros de Saúde (km)	9.934	0,71	0,41	0,01	0,63	2,69
Dist. Clubes (km)	9.934	4,41	2,32	0,02	4,14	9,76
Dist. Ensino Superior (km)	9.934	1,61	1,17	0,01	1,31	5,49
Dist. Equip. Culturais (km)	9.934	2,30	1,27	0,02	2,00	5,89
Dist. Ferrovia (km)	9.934	3,94	3,22	0,03	2,68	12,81
Dist. Praças Locais (km)	9.934	0,37	0,25	0,02	0,31	1,56
Dist. Praças Regionais (km)	9.934	1,83	1,08	0,05	1,59	6,21
Dist. Shoppings (km)	9.934	2,48	1,39	0,01	2,30	6,02
IQVU - Abastecimento	9.934	0,83	0,12	0,28	0,88	1,00
IQVU - Cultura	9.934	0,40	0,13	0,10	0,40	0,85
IQVU - Educação	9.934	0,81	0,12	0,02	0,83	0,95
IQVU - Esportes	9.934	0,85	0,11	0,20	0,88	0,98
IQVU - Habitação	9.934	0,74	0,12	0,30	0,74	0,96
IQVU - Infra. Urbana	9.934	0,83	0,06	0,70	0,83	0,95
IQVU - Meio Ambiente	9.934	0,79	0,13	0,46	0,83	0,97
IQVU - Saúde	9.934	0,63	0,09	0,29	0,65	0,84
IQVU - Serv. Urbanos	9.934	0,50	0,14	0,14	0,51	0,89
IQVU - Segurança	9.934	0,33	0,23	0,08	0,24	0,99

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

áreas com alto índice de Abastecimento, isto é, de provisão de mercados e mercearias, de Educação, de Esportes e de Meio Ambiente, isto é, áreas com acesso à áreas verdes, pouco ruído sonoro e boa qualidade do ar. Enquanto isso, destaca-se que estão em áreas com baixa disponibilidade de Segurança e Cultura. Um ponto a se mencionar ainda é que nenhum lote vago transmitido ou do estoque atual estão em áreas com pontuação acima

de 0,85 nos quesitos Cultura e Saúde do IQVU, numa escala que vai de 0 a 1.

Tabela 15: Estatísticas descritivas dos lotes vagos (IPTU - 2020)

	N	Média	D.P.	Mín.	Mediana	Máx.
CA Básico	25.888	1,13	0,34	0,05	1,00	2,70
Prop. APs Vizinhos (%)	25.888	24,19	30,36	0,00	7,00	100,00
Média Idade Vizinhos	25.888	19,90	10,38	0,00	19,56	105,00
Dist. Aeroportos (km)	25.888	4,60	2,68	0,01	4,15	13,32
Dist. Atrat. Tur. (km)	25.888	1,56	1,12	0,01	1,27	6,51
Dist. Centros de Saúde (km)	25.888	0,70	0,41	0,00	0,61	2,69
Dist. Clubes (km)	25.888	4,20	2,14	0,01	4,08	9,75
Dist. Ensino Superior (km)	25.888	1,49	1,09	0,01	1,22	6,23
Dist. Equip. Culturais (km)	25.888	2,15	1,19	0,01	1,96	6,51
Dist. Ferrovia (km)	25.888	4,04	3,32	0,01	2,87	12,86
Dist. Praças Locais (km)	25.888	0,34	0,23	0,00	0,30	1,86
Dist. Praças Regionais (km)	25.888	1,70	1,01	0,00	1,51	6,21
Dist. Shoppings (km)	25.888	2,40	1,34	0,01	2,25	7,47
IQVU - Abastecimento	25.888	0,83	0,12	0,28	0,87	1,00
IQVU - Cultura	25.888	0,41	0,13	0,10	0,41	0,85
IQVU - Educação	25.888	0,81	0,11	0,02	0,84	0,95
IQVU - Esportes	25.888	0,85	0,11	0,20	0,88	0,98
IQVU - Habitação	25.888	0,74	0,12	0,29	0,75	0,96
IQVU - Infra. Urbana	25.888	0,83	0,06	0,70	0,83	0,95
IQVU - Meio Ambiente	25.888	0,80	0,13	0,46	0,86	0,97
IQVU - Saúde	25.888	0,63	0,10	0,29	0,65	0,84
IQVU - Serv. Urbanos	25.888	0,50	0,14	0,14	0,53	0,89
IQVU - Segurança	25.888	0,34	0,23	0,08	0,25	0,99

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PBH.

As estatísticas descritivas dos lotes vagos dão conta de que, na média, os lotes vagos se localizam em regiões com pouca provisão de amenidades urbanas como atrativos turísticos, clubes e shoppings, em complemento do ponto de vista de serviços urbanos e segurança. Em termos do zoneamento, a média do coeficiente básico dos lotes correspondem à média

do município (ver Mapa 14 - seção 3.3), além de estarem em locais com baixa proporção de apartamentos ao entorno. Essas informações permitem dizer que os lotes vagos de Belo Horizonte, tanto os transmitidos quanto os disponíveis, não se localizam em áreas que se diriam atraente para o mercado imobiliário. Após essa análise exploratória, parte-se para o modelo econométrico. A especificação dos modelos se utiliza das mesmas variáveis já presente em estimações anteriores (ver seção 2.3) adicionadas dessas variáveis que constam na análise exploratória.

3.4.1.2 Estimação do modelo de lotes vagos

Em busca de avanços na modelagem para lotes vagos, uma vez que, após quatro estimações no capítulo anterior, o poder explicativo ainda está em torno de 54%, pode-se incluir outras variáveis disponíveis para lotes vagos. As variáveis são aquelas apresentadas no capítulo anterior. O objetivo é aprimorar o poder de explicação do modelo, procurando entender quais outros aspectos da estrutura urbana podem ser importantes para a precificação de um terreno. A avaliação dos modelos econométricos por estimar servirão como base para a discussão adiante a respeito da importância do modelo monocêntrico e de outras possíveis condicionantes para a espacialidade do valor da terra ao longo do território.

Em um primeiro momento, foram acrescentadas *dummies* para cada ano de transação, a fim de ter uma *proxy* para o ciclo macroeconômico que afeta o mercado imobiliário em cada período, como discutido em Bhattacharjee et al. (2012) e Almeida et al. (2020). A variável de ano de transação tem o caráter de variável controle dentro da estimação, mais do que uma variável para entender os preços relativos. Pode-se dizer que as variáveis anuais servem como uma espécie de índice de preços interno à base, onde se ajusta os valores pelas condições do mercado de cada ano.

Ainda, a variável com o coeficiente de aproveitamento básico do lote vago, variável com ampla discussão (ver seção 3.1.1) a respeito de seu efeito. De forma sucinta, não há consenso a respeito do efeito do zoneamento sobre os preços de imóveis, e ainda se abre discussões a respeito da influência sobre o crescimento dos municípios, não explorada nesta pesquisa. Os resultados da quinta estimação estão apresentados na Tabela 16, na primeira coluna. Na Tabela 16, estão presentes as variáveis já presentes no modelo desenvolvido anteriormente, cujo valor explicativo já foi discutido. Diversas outras variáveis estão omitidas para melhor visualização da tabela. A tabela completa está no Apêndice.

Tabela 16: Estimacões resumidas para lotes vagos

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
Constante	3,5730*** (0,0449)	3,4061*** (0,1848)	4,7496*** (0,3944)
Dist. CBD	-0,0119*** (0,0028)	-0,0263*** (0,0051)	-0,0489*** (0,0139)
Acessibilidade	1,1248*** (0,1170)	0,8950*** (0,1316)	1,0332*** (0,2310)
Ano 2020	0,6240*** (0,0275)	0,6127*** (0,0261)	0,6026*** (0,0224)
CA Básico	0,6940*** (0,0195)	0,6049*** (0,0204)	0,3829*** (0,0341)
Prop. APs Viz.		0,0803*** (0,0237)	0,0881** (0,0347)
Média Idade Viz.		0,0060*** (0,0008)	0,0047*** (0,0014)
Dist. Ferrovia		0,0425*** (0,0053)	0,0417*** (0,0146)
IQVU - Abastec.		0,1901*** (0,0701)	0,0425 (0,1472)
Variáveis controle	.	.	.
Lambda			0,0488*** (0,0009)
N	9.934	9.934	9.934
(Pseudo) R ²	0,6840	0,7172	0,7029
R ² Ajustado	0,6833	0,7159	
Estatística F	932,8***	557,4***	

Fonte: Elaboracão própria.

A respeito dos anos de transacão, todas as variáveis se mostraram significativas esta-

tisticamente (Tabela 16). A grandeza de todos os coeficientes relacionados aos anos de transação indica que a variação pode ser enorme. Os anos com os maiores coeficientes são 2013 e 2014. O mesmo imóvel vendido em 2014, em comparação a 2009, seria 89% mais caro. Lembrando que todos os valores foram deflacionados. O Coeficiente de Aproveitamento também tem valor positivo e tem significância estatística. Logo, quanto maior a permissão para construção no lote, maior o seu valor. Pelo modelo, 1 ponto a mais do Coeficiente de Aproveitamento Básico, em imóveis idênticos, ocasiona uma diferença de quase 70% no valor final. A porcentagem da variância explicada da variável dependente com essa estimação é de 68,5%.

O objetivo da próxima estimação é incorporar variáveis que estejam relacionadas ao entorno dos lotes vagos, tanto do ponto de vista das características das construções vizinhas (proporção de apartamentos vizinhos e média de idade das construções vizinhas), quanto de variáveis relacionadas a centralidade urbana (distância a equipamentos urbanos e IQVU), isto é, oferta de serviços que qualifiquem uma região. Importante ressaltar que todas essas variáveis fogem do escopo do modelo canônico de Alonso (1964) e pode-se dizer que estão relacionadas a teorias e conceitos diferentes. A Teoria do Lugar Central, de Christaller (1966), estabelece que a oferta de serviços de maior complexidade econômica está diretamente relacionada à centralidade urbana. Essa visão vai de encontro com a de Alonso (1964), pois no modelo monocêntrico a centralidade é vista como o local de maior oferta de empregos, sem que haja uma ponderação da complexidade das atividades.

Na segunda coluna da Tabela 16, é possível visualizar a sexta estimação em mínimos quadrados ordinários do modelo de preços hedônicos para os lotes vagos do município de Belo Horizonte. Pode-se visualizar que as duas variáveis relacionadas aos imóveis vizinhos foram significativas. Destaca-se que quanto maior a verticalização da área, isto é, maior a proporção de apartamentos ao entorno, maior o valor do lote vago. Indica-se, portanto, que a pressão imobiliária sobre áreas mais adensadas tende a elevar o valor de um lote vago.

A respeito das demais variáveis, consideradas aqui como uma estimativa para a centralidade urbana ou amenidades, a maioria das variáveis incluídas têm significância estatística com o nível de significância de 1%. A proximidade com atrativos turísticos, instituições de ensino superior e shoppings têm efeito positivo sobre o valor do imóvel, enquanto o restante tem efeito contrário, segundo o modelo. Dentre as variáveis do Índice de Qualidade

de Vida Urbana, quatro delas tiveram efeito contrário ao esperado. Entre elas, menciona-se a de infraestrutura urbana. Como já discutido anteriormente, e com base no artigo de Ahlfeldt (2011), o valor do coeficiente neste caso pode significar que a acessibilidade já esteja controlada no modelo por outras variáveis, o que faz com que o índice para a oferta de infraestrutura do IQVU indique apenas custos de proximidade a essa infraestrutura, como congestão urbana, poluição sonora, entre outros aspectos da proximidade com estruturas viárias. Ademais, verificando o efeito do IQVU para Cultura, o aumento do índice em 0,1 (lembrar que o índice varia de 0 a 1 apenas), mantido tudo o mais constante, o efeito final no preço do lote vago é um imóvel 6% mais caro. Todas as variáveis dessa nova estimação, em conjunto, explicitam a relevância da estrutura urbana para diferenciar os valores de imóveis no mercado de Belo Horizonte. O poder de explicação do modelo, ao final desta estimação está em 71,7%, uma diferença de aproximadamente 20 pontos percentuais para o último modelo obtido no capítulo anterior.

Por fim, uma última estimação é realizada, a exemplo do capítulo anterior. Ao longo da seção 2.2, foi levantada a importância da relevância da econometria espacial para pensar o mercado imobiliário. A partir de uma matriz de vizinhança de 15 vizinhos mais próximos, o diagnóstico espacial (Tabela 17) do modelo de preços hedônicos com a sexta estimação dá argumentos para que um modelo que considere a correlação espacial nos erros seja considerada. O procedimento do diagnóstico é olhar em primeiro lugar os resultados dos testes de Multiplicador de Lagrange para os modelos de lag e erro. Como ambos deram rejeição da hipótese nula, que é a aleatoriedade espacial, parte-se para a investigação dos testes robustos, estes capazes de eliminar a interferência de um efeito espacial no outro. Feita essa comparação, observa-se que ambos os testes ML robustos apontam para rejeição da hipótese nula, porém como o valor do teste robusto para o modelo de erro é significativamente maior, considera-se que o efeito relevante para os casos é espacialidade nos erros, assim como apontava Dubin (1999), e que também havia sido verificado anteriormente neste estudo. Portanto, indica-se a estimação de um modelo SAR-error para as observações de lotes vagos do ITBI de 2009 a 2020. Os resultados constam na última coluna ao longo da Tabela 16. Destaca-se o valor de erro espacial, λ , na última linha da primeira tabela, cujo coeficiente é estatisticamente significativo, confirmando a autocorrelação espacial nas observações.

Com a estimação, algumas variáveis deixaram de ser estatisticamente significativas a

Tabela 17: Diagnóstico espacial da estimação (6) - Modelo de lotes vagos

Teste	I de Moran/G. L.	Valor	Prob.
I de Moran	0,2534	76,099	0,0000
Multiplicador de Lagrange (<i>lag</i>)	1	2.133,268	0,0000
LM Robusto (<i>lag</i>)	1	52,567	0,3553
Multiplicador de Lagrange (<i>error</i>)	1	5.375,868	0,0000
LM Robusto (<i>error</i>)	1	3.295,167	0,0000
Mult. Lagrange (SARMA)	2	5.428,435	0,0000

Fonte: Elaboração própria.

10% de nível de significância, sendo estas a distância para as estações de metrô, atrativos turísticos, equipamentos culturais, praças locais e as variáveis de IQVU a respeito de abastecimento, esportes e serviços urbanos. Contudo, o efeito da presença de espacialidade nos dados se dá sobre a significância das variáveis, e não um problema de viés propriamente. Por conta da estimação em Mínimos Quadrados Generalizados para o modelo SAR-*error* (ver seção 2.3 para mais detalhes a respeito), também ocorrem mudanças nos valores dos coeficientes, em comparação do modelo MQO para o de econometria espacial. Contudo, como as variáveis que mudaram de sinal no coeficiente entre as estimações também deixaram de ser significativas, a avaliação que se faz do modelo é de que trouxe avanços de eficiência no sentido de melhor compreensão dos efeitos de variáveis sobre o mercado de lotes vagos.

Os resultados das estimações para a tipologia em questão serão considerados para a discussão na seção seguinte, onde se avaliam os avanços na modelagem a partir da inclusão de todas as variáveis. A avaliação passa por entender se a inclusão das variáveis trouxe ganhos significativos para o modelo de preços hedônicos para o mercado de lotes vagos e relacionar com as teorias que sustentam a importância de cada informação para o modelo. Além disso, abre-se uma discussão para pontos a serem melhorados e possíveis aspectos relevantes que são difíceis de mensurar, e ainda realizando uma previsão de preços para todos os lotes vagos do município de Belo Horizonte. Porém, antes, resta a estimação do modelo para os apartamentos, a se desenvolver na subseção seguinte. As estimações seguirão como estabelecidas nessa parte, apenas com pequenas particularidades para os dados em questão.

3.4.1.3 Discussão do modelo de lotes vagos

Uma vez estimados os modelos de preços hedônicos anteriormente, pode-se pensar numa previsão de valores para todos os lotes vagos cadastrados na base do IPTU 2020, o que representa o estoque atual de lotes vagos no município. Como discutido acima, o modelo de erro espacial é o que melhor lida com as questões envolvidas na estimação. Porém, para o objetivo nesta subseção, de gerar valores previstos, o modelo de Mínimos Quadrados Ordinários atende bem a essa função. Portanto, a sexta estimação, o que corresponde à segunda coluna da Tabela 16 acima, será utilizada para gerar esses valores. A partir disso, discute-se os aspectos da distribuição espacial dos preços dos lotes vagos.

Em comparação ao último modelo do capítulo anterior, pode-se verificar que a previsão estava subdimensionada (Tabelas 5 e 18). A média dos quase 26.000 imóveis registrados como lote vago subiu quase R\$20.000, em comparação ao último modelo do capítulo anterior, enquanto que o valor/m² subiu cerca de R\$40, o que representa um reajuste de aproximadamente 5% nos valores. Um filtro nos valores acima de R\$5 milhões no valor final e R\$10 mil no valor/m² foram aplicados para evitar observações estranhas que distorceriam a análise. Por conta disso, é possível que a quantidade de imóveis na tabela adiante, 25.819, esteja diferente das outras tabelas referentes aos lotes vagos já apresentadas ao longo da pesquisa.

Tabela 18: Descritiva dos valores preditos – Modelo de lotes vagos

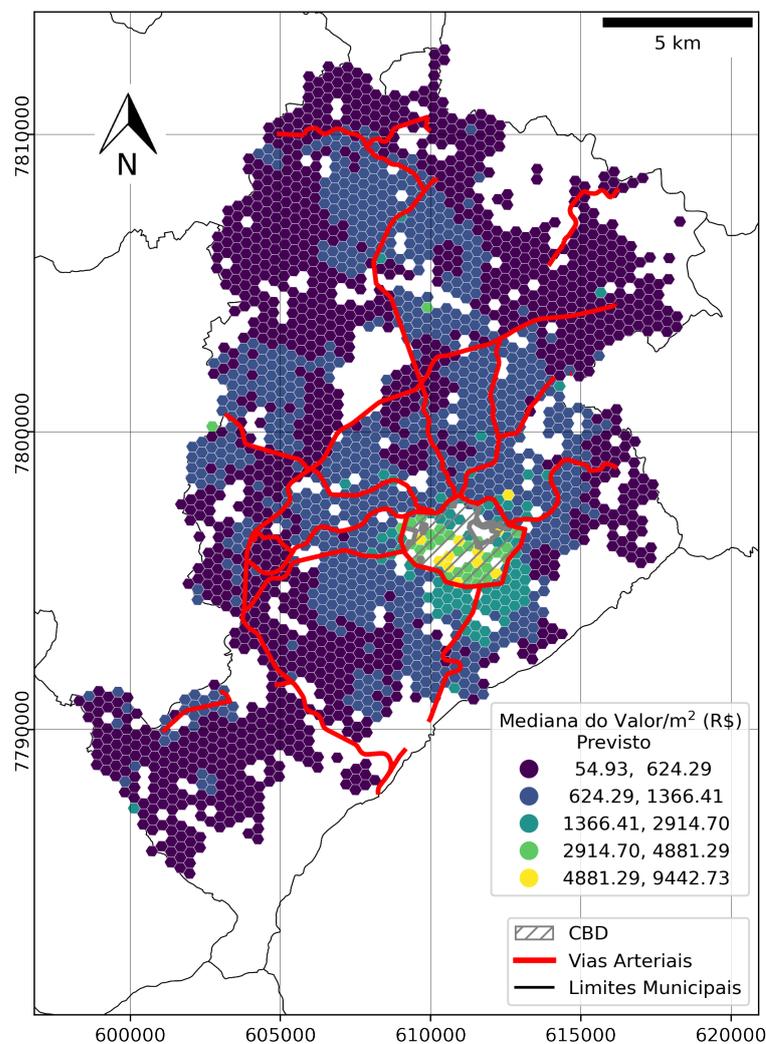
	Valor Previsto	Valor/m ² Previsto
N	25.819	25.819
Média	309.429,64	601,27
D. P.	395.325,21	492,79
Mín.	29.283,67	13,24
25%	149.862,92	348,51
Mediana	226.944,32	515,03
75%	322.881,06	720,68
Máx.	4.990.376,40	9.988,78

Fonte: Elaboração própria.

A distribuição espacial dos preços previstos segue como o esperado para esse mercado, após todas as discussões já desenvolvidas (Mapa 17). Os lotes vagos mais valorizados

estão na área do CBD, lugar de maior acessibilidade. A parcela ao sul da área central concentra as observações da escala intermediária do mapa. Enquanto isso, os lotes nas áreas periféricas têm valores mais baixos, como esperado.

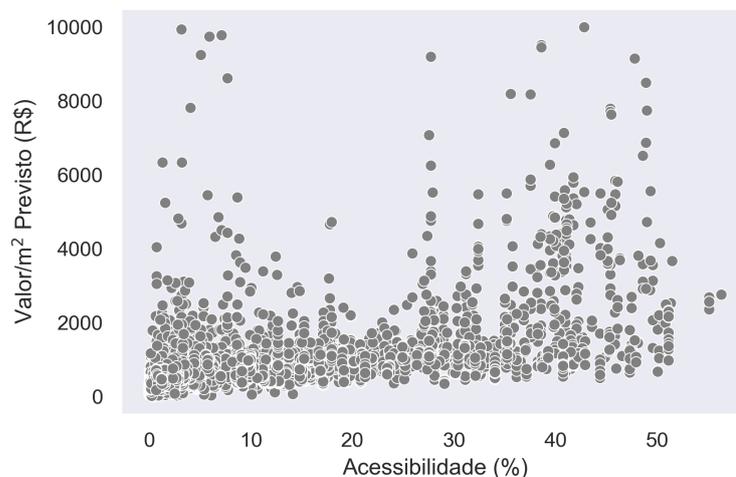
Mapa 17: Previsão valor/m² – Lotes vagos (IPTU - 2020)



Fonte: Elaboração própria.

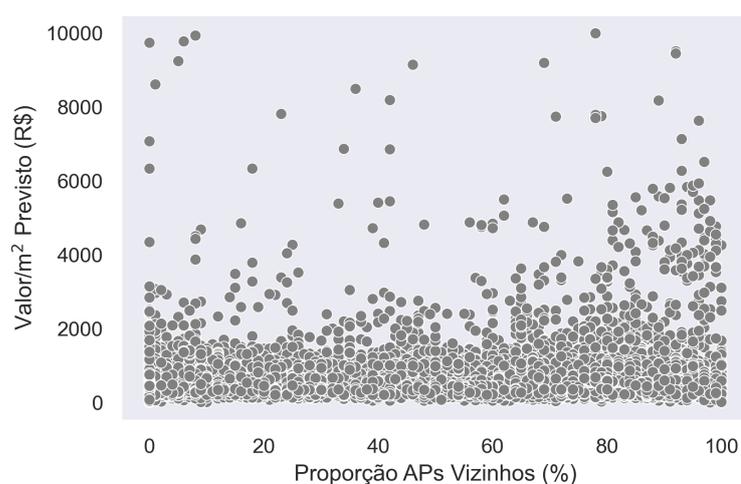
Apesar do mapa indicar que há uma relação positiva entre se distanciar do centro e a diminuição dos valores previstos, ao se observar em um gráfico que apresenta a correlação entre o valor/m² previsto e a acessibilidade, não é possível atestar a veracidade da hipótese principal (Gráfico 13). Isto é, mesmo após a inclusão de diversas variáveis de controle, a inclinação é positiva, porém abaixo do esperado, fora a alta heterogeneidade. Há observações com baixíssima acessibilidade e valor/m² previsto acima da média, assim como há observações com alta acessibilidade e valor/m² previsto baixo.

Uma das variáveis incluídas nas novas estimações foi a proporção de apartamentos vi-

Gráfico 13: Acessibilidade (%) x Valor/m² previsto (R\$) - Lotes vagos (IPTU - 2020)

Fonte: Elaboração própria.

zinhos. Ela foi uma forma encontrada de sintetizar a verticalização de uma região e uma possível pressão imobiliária sobre os lotes vagos. O coeficiente foi positivo e estatisticamente significativo. Ao fazer um recorte com os lotes vagos com valor/m² previsto acima de R\$2.000, pode-se perceber que por mais que a relação entre o valor/m² e a proporção seja dispersa, a maior parte dos lotes valorizados pelo mercado estão justamente nas áreas de maior verticalização - acima de 80% de apartamentos entre os vizinhos (Gráfico 14).

Gráfico 14: Proporção APs vizinhos (%) x Valor/m² previsto (R\$) - Lotes vagos (IPTU - 2020)

Fonte: Elaboração própria.

Em adição aos resultados apresentados, compara-se os valores previstos do CBD de Belo Horizonte com o restante do município (Tabela 19). Tanto as médias quanto as

medianas do CBD são bastante superiores em relação ao entorno. Contudo, são poucas observações, apenas 168 lotes vagos do estoque de 2020 se encontram nesta área. A região fora do CBD é mais difusa e heterogênea, com valor mínimo de R\$13/m² e valor máximo de R\$9.900/m², este último valor muito próximo do máximo das observações dentro do CBD. Como dito no capítulo 2 e reforçado na presente análise, não é somente a área central que concentra os valores, e sim as áreas pertencentes à regional Centro-Sul, onde também se verificam as maiores rendas per capita no município.

Tabela 19: Estatísticas descritivas para CBD e fora do CBD - Modelo de lotes vagos

	CBD			Fora CBD		
	Valor Prev.	Valor/m ² Prev.	Acess.	Valor Prev.	Valor/m ² Prev.	Acess.
N	168	168	168	25.651	25.651	25.651
Média	2.239.768,88	4.164,13	42,55	296.786,97	577,94	4,34
D. P.	1.067.937,52	1.642,00	5,73	353.998,28	378,41	6,83
Mín.	653.041,93	1.453,63	30,32	29.283,67	13,24	0,00
25%	1.395.029,93	2.922,39	39,67	149.297,84	347,75	0,74
Mediana	2.000.467,65	3.939,45	41,06	225.759,15	513,03	1,99
75%	2.699.981,69	4.949,55	45,88	320.759,59	716,46	4,46
Máx.	4.957.919,15	9.988,78	56,32	4.990.376,40	9.923,78	51,13

Fonte: Elaboração própria.

O que se parece desenhar para o caso dos lotes vagos é que, na média da região, a proximidade para o centro comercial é uma condição necessária, porém não suficiente para explicar a hierarquia de preços dos lotes vagos no espaço. Excluindo a parcela ao sul do centro, que se estende pela regional Centro-Sul, as demais áreas com alta acessibilidade não são valorizadas como a teoria pressupõe. Contudo, as áreas periféricas são as mais desvalorizadas de fato. Na próxima subseção, apresenta-se a análise do mercado de apartamentos. Os resultados são ainda mais incongruentes com a teoria de Alonso (1964).

3.4.2 Apartamentos

Além dos lotes vagos, o presente estudo também se mobiliza para o mercado de apartamentos de Belo Horizonte. Neste capítulo, o objetivo é agregar novas variáveis para o

modelo de preços hedônicos antes realizado para testar a relevância de certos aspectos da localização que o imóvel se encontra, de suas próprias características e do contexto econômico no modelo econométrico. Essas variáveis vão de encontro às teorias apresentadas neste capítulo. Em primeiro lugar, serão apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis selecionadas para a continuação do modelo de preços hedônicos. Em seguida, a estimação do modelo propriamente dito em algumas etapas, para que seja possível visualizar o impacto de cada grupo de variáveis no modelo. Por fim, uma discussão dos resultados obtidos e o desenho do gradiente de renda dos apartamentos.

3.4.2.1 Análise exploratória para apartamentos

Parte-se então para a análise exploratória das novas variáveis para os apartamentos do município de Belo Horizonte. Uma análise anterior foi desenvolvida na seção 2.6.2.1. Aqui pretende-se apresentar as novas variáveis a serem usadas na estimação por vir e entender de que forma elas compõem o cenário já construído. Existem dois grupos de apartamentos sendo analisados, um deles são aqueles transmitidos ao longo do período de 2009 a 2020, estes contam na base de dados do ITBI, o imposto de transmissão de imóveis. Enquanto isso, os apartamentos do estoque imobiliário atual compõem a base de dados do IPTU, imposto de propriedade. Como pode-se pensar, o mesmo imóvel pode estar contido nas duas bases, uma vez que ele tenha sido transmitido no período e ainda esteja devidamente registrado na base de dados da Prefeitura de Belo Horizonte. O mercado de apartamentos é bastante dinâmico, em comparação a outras tipologias, sendo que o volume de transmissões de apartamentos únicos ao longo da última década (147.332) corresponde a cerca de 40% do tamanho do estoque atual (360.879).

Uma das formas de qualificar a informação das características próprias do imóvel, além da área construída, é pela variável de padrão de acabamento, uma escala definida pela Prefeitura de Belo Horizonte que vai de 1 (imóvel popular) a 5 (imóvel de luxo). O padrão mais comum na cidade, tanto dos apartamentos transmitidos quanto do estoque, é o padrão intermediário (P3). Este representa cerca de 60% nos dois recortes (Tabela 20). Em seguida, o padrão mais representativo é o de nível superior – P4. Em termos relativos para esse padrão, praticamente não há diferença entre a proporção deste padrão entre os imóveis transmitidos e o estoque. Em geral, pode-se dizer que o mercado de apartamentos segue o mesmo padrão da distribuição do que o estoque existente na cidade.

No Mapa 18, é possível visualizar a distribuição espacial dos tipos de apartamentos

Tabela 20: Quantidade de apartamentos por padrão de acabamento (ITBI - 2009–2020 e IPTU - 2020)

Padrão de Acabamento	ITBI	IPTU
P1	1.207	3.652
P2	18.589	64.436
P3	89.797	210.865
P4	33.406	69.644
P5	4.731	12.277

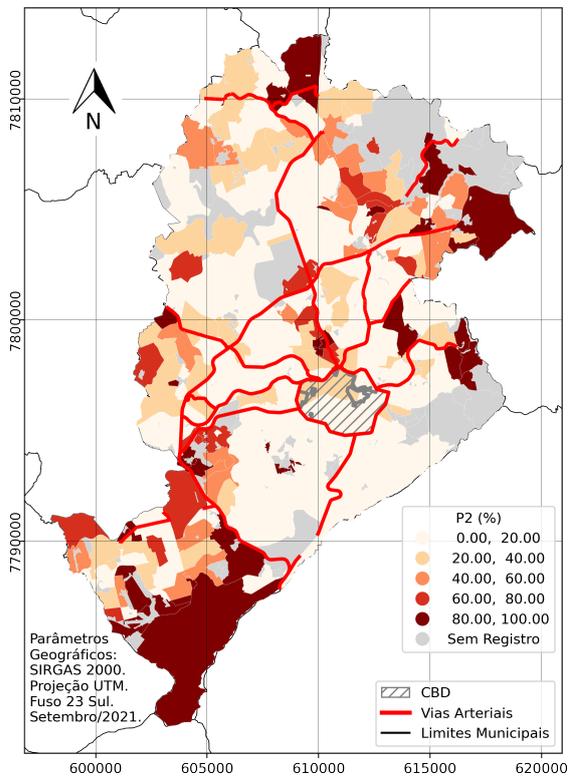
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PBH.

ao longo do território de Belo Horizonte. O Mapa para a tipologia popular (P1) não foi representado, pois esta apresenta poucas observações. O valor apresentado é a proporção de apartamentos de cada padrão de acabamento dentre todo o estoque de apartamentos por bairro. As escalas entre os mapas foram padronizadas para melhor comparação entre eles.

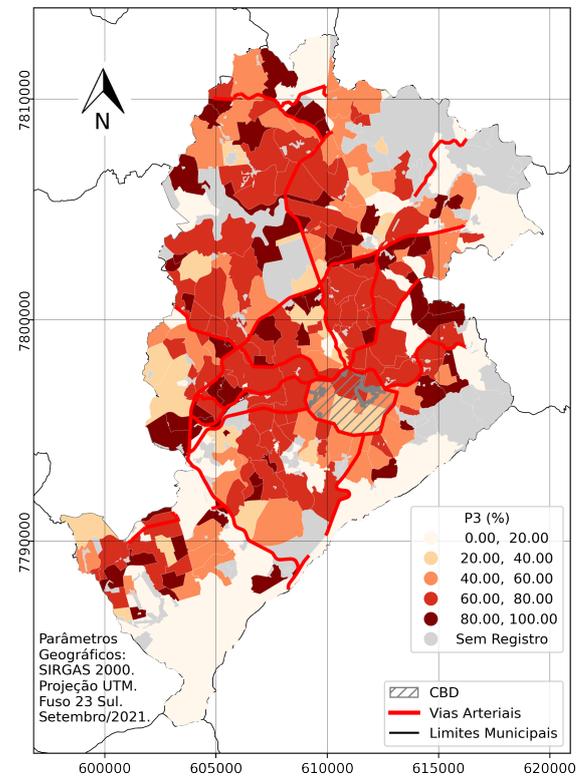
O Padrão de Acabamento mais presente no estoque de apartamentos de Belo Horizonte em 2020 é o P3, como pode ser observado pela grande quantidade de bairros acima de 60% de todo o estoque com esse padrão. Os apartamentos P3 estão presentes ao longo de todo o território, mas em menor presença relativa em duas áreas do município: o CBD e a parcela imediatamente ao sul; e os bairros limítrofes. Em conjunção aos outros mapas, constata-se que dentre estas áreas, nos bairros limítrofes e periféricos, há grande quantidade de apartamentos de baixo padrão, isto é, P2. Ao longo de todos os limites com os municípios adjacentes há pelo menos um bairro com a proporção de apartamentos do padrão P2 acima de 80%.

Enquanto isso, os apartamentos de mais alto padrão se concentram em alguns bairros da área do CBD, em outros bairros da regional Centro-Sul e ainda alguns bairros mais ao norte, como o bairro Dom Joaquim, que fica entre duas vias arteriais da cidade. Conclui-se, portanto, que a estrutura urbana de Belo Horizonte representa desigualdades ao longo do território. Aqueles imóveis de melhor acabamento concentram-se nas áreas historicamente ocupadas pelas populações de mais alta renda (como discutido na seção 2.5 e no Mapa 6).

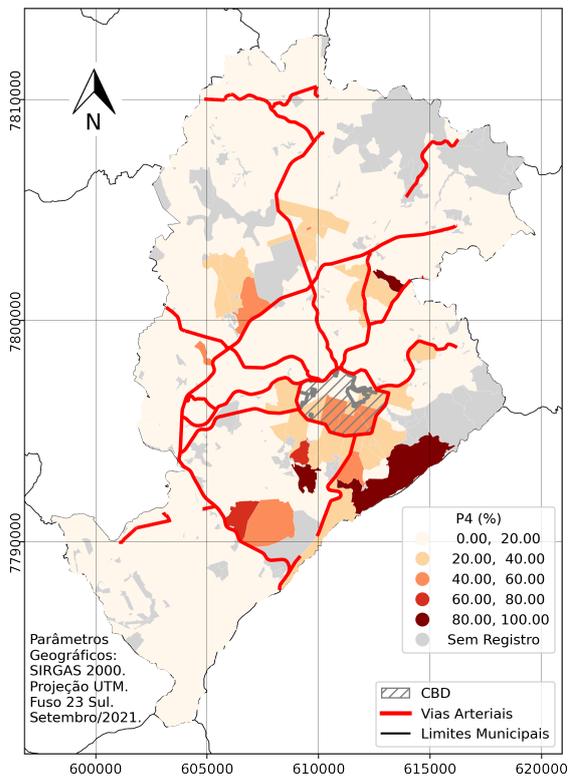
Mapa 18: Proporção de apartamentos por padrão de acabamento, por bairro (%) (IPTU - 2020)



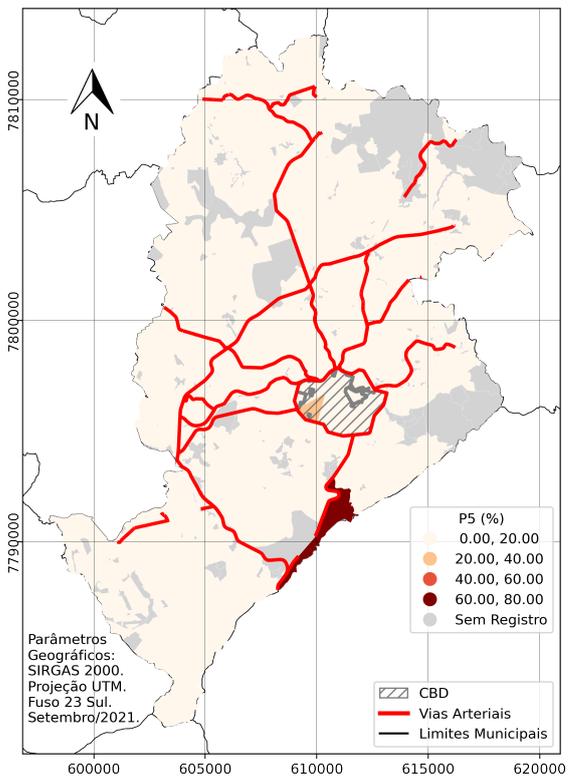
(a) Padrão P2



(b) Padrão P3



(c) Padrão P4



(d) Padrão P5

Dando continuidade a análise exploratória, apresenta-se a seguir as estatísticas descritivas das demais variáveis incorporadas no presente capítulo (Tabelas 21 e 22). A idade média dos apartamentos transmitidos no período de análise (2009-2020) é de 13,69, enquanto que a média de idade do estoque é de 24,7 indicando que apartamentos mais novos tendem a ser mais transmitidos. Diferentemente dos lotes vagos, os apartamentos geralmente estão rodeados de outros apartamentos. A média da proporção de apartamentos vizinhos é superior a 80% para as duas bases de dados. Além disso, a média de idade dos imóveis vizinhos – desconsiderando os lotes vagos – é de aproximadamente 20%. Os apartamentos, em geral, localizam-se próximos a diversos pontos de interesse, como atrativos turísticos, instituições de ensino superior e praças locais. Os únicos equipamentos que na média estão distantes são os aeroportos, clubes e as ferrovias. De um certo ponto, é até desejável estar distante dos aeroportos e das ferrovias por conta da poluição sonora. Em complemento ao Mapa 11, onde é possível visualizar a concentração de apartamentos no município, pode-se perceber que as regiões com melhor infraestrutura são aquelas mais verticalizadas – a dizer, a regional Centro-Sul e a parte da regional Oeste próxima.

Pelas variáveis do Índice de Qualidade da Vida Urbana essa impressão é reforçada. Em pelo menos sete dos dez índices construídos pela Prefeitura de Belo Horizonte estão acima de 0,7 ou pouco abaixo disso. Destaque para os índices de abastecimento, relativo a disponibilidade de supermercados e mercearias na região; de educação; de habitação, relativo a relação de moradores por domicílio adequada, padrão de acabamento e risco geológico e; por fim, o de infraestrutura urbana, que compreende desde a provisão de energia elétrica a pavimentação e disponibilidade de transporte coletivo. Por outro lado, assim como visto para o caso dos lotes vagos, a provisão de serviços urbanos, segurança e cultura, na média, apresentam valores muito abaixo dos outros.

Ao longo desta subseção, pode-se compreender um pouco mais do mercado de apartamentos, por exemplo, a respeito da concentração de apartamentos de melhor padrão de acabamento nas áreas de também maior renda per capita - regionais Centro-Sul e Oeste (Mapa 6). Estas são áreas historicamente ocupadas pelo alto funcionalismo público, comerciantes e industriais desde o começo da ocupação do território de Belo Horizonte, no início do século XX. Como também pode ser visto ao longo da subseção, os apartamentos se localizam em regiões com boa infraestrutura, tanto em termos de amenidades urbanas, equipamentos de educação e turísticos, além de acesso a mercados de conveniência, como

Tabela 21: Estatísticas descritivas dos apartamentos (ITBI - 2009–2020)

	N	Média	D.P.	Mín.	Mediana	Máx.
Idade	147.730	13,69	14,30	0,00	9,00	108,00
Ano Transação	147.730	2014,56	3,43	2009,00	2014,00	2020,00
Prop. APs Vizinhos (%)	147.730	82,39	22,36	0,00	92,00	100,00
Média Idade Vizinhos	147.730	18,74	11,81	0,00	17,32	70,35
Média Idade Pop.	147.730	35,90	3,51	28,89	35,74	42,77
Dist. Aeroportos (km)	147.730	4,21	2,30	0,02	3,87	12,10
Dist. Atrat. Tur. (km)	147.730	1,03	0,70	0,02	0,90	6,39
Dist. Centros de Saúde (km)	147.730	0,68	0,34	0,01	0,65	2,69
Dist. Clubes (km)	147.730	3,58	1,84	0,02	3,70	9,43
Dist. Ensino Superior (km)	147.730	0,79	0,67	0,01	0,58	6,21
Dist. Equip. Culturais (km)	147.730	1,66	0,91	0,03	1,51	6,39
Dist. Ferrovia (km)	147.730	3,13	2,72	0,02	2,20	12,74
Dist. Praças Locais (km)	147.730	0,29	0,16	0,01	0,26	1,29
Dist. Praças Regionais (km)	147.730	1,28	0,78	0,01	1,16	5,81
Dist. Shoppings (km)	147.730	1,73	1,04	0,01	1,57	6,98
IQVU - Abastecimento	147.730	0,88	0,10	0,42	0,91	1,00
IQVU - Cultura	147.730	0,50	0,13	0,10	0,50	0,85
IQVU - Educação	147.730	0,82	0,13	0,02	0,85	0,95
IQVU - Esportes	147.730	0,78	0,12	0,20	0,80	0,98
IQVU - Habitação	147.730	0,82	0,09	0,30	0,83	0,96
IQVU - Infra. Urbana	147.730	0,85	0,05	0,73	0,86	0,95
IQVU - Meio Ambiente	147.730	0,77	0,12	0,46	0,76	0,97
IQVU - Saúde	147.730	0,68	0,07	0,29	0,68	0,84
IQVU - Serv. Urbanos	147.730	0,57	0,11	0,14	0,58	0,89
IQVU - Segurança	147.730	0,23	0,14	0,08	0,20	0,99

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PBH.

Tabela 22: Estatísticas descritivas dos apartamentos (IPTU - 2020)

	N	Média	D.P.	Mín.	Mediana	Máx.
Idade	360.874	24,70	15,93	1,00	22,00	87,00
Prop. APs Vizinhos (%)	360.874	84,46	21,14	0,00	94,00	100,00
Média Idade Vizinhos	360.874	22,09	12,55	0,43	21,85	70,65
Média Idade Pop,	360.874	36,64	3,77	28,89	36,92	42,77
Dist. Aeroportos (km)	360.874	4,37	2,22	0,01	4,33	12,65
Dist. Atrat. Tur. (km)	360.874	1,01	0,83	0,01	0,83	6,39
Dist. Centros de Saúde (km)	360.874	0,71	0,37	0,01	0,67	2,65
Dist. Clubes (km)	360.874	3,31	1,97	0,02	3,34	9,43
Dist. Ensino Superior (km)	360.874	0,77	0,74	0,01	0,52	5,43
Dist. Equip. Culturais (km)	360.874	1,55	0,97	0,03	1,38	6,39
Dist. Ferrovia (km)	360.874	2,72	2,54	0,02	1,91	12,74
Dist. Praças Locais (km)	360.874	0,28	0,15	0,01	0,26	1,29
Dist. Praças Regionais (km)	360.874	1,22	0,81	0,01	1,03	6,24
Dist. Shoppings (km)	360.874	1,70	1,12	0,01	1,49	6,03
IQVU - Abastecimento	360.874	0,89	0,09	0,42	0,92	1,00
IQVU - Cultura	360.874	0,53	0,15	0,10	0,52	0,85
IQVU - Educação	360.874	0,84	0,12	0,02	0,88	0,95
IQVU - Esportes	360.874	0,78	0,12	0,20	0,80	0,98
IQVU - Habitação	360.874	0,82	0,10	0,30	0,84	0,96
IQVU - Infra. Urbana	360.874	0,86	0,06	0,70	0,86	0,95
IQVU - Meio Ambiente	360.874	0,76	0,11	0,46	0,75	0,97
IQVU - Saúde	360.874	0,69	0,09	0,29	0,70	0,84
IQVU - Serv. Urbanos	360.874	0,59	0,12	0,14	0,60	0,89
IQVU - Segurança	360.874	0,22	0,15	0,08	0,20	0,99

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PBH.

os supermercados. Por outro lado, na média, há pouca provisão de serviços urbanos como agências bancárias e segurança. Dentre todas as variáveis observadas, a média dos imóveis transmitidos segue a mesma tônica dos imóveis do estoque atual. Esse fato é interessante, pois o mercado de apartamentos é representativo da totalidade destes pelo território e

a previsão de valores, realizada através da estimação do modelo econométrico a seguir, tende a ser bem ajustada à realidade.

3.4.2.2 Estimação do modelo de apartamentos

O próximo passo para a análise do mercado de apartamentos no município de Belo Horizonte é avançar na estimação do modelo econométrico desenvolvido anteriormente, onde se considerava as variáveis relacionadas a acessibilidade, entre outras variáveis de controle como a renda per capita da região e a área construída do apartamento. Dando continuidade às quatro estimações já realizadas no capítulo 2, apresenta-se três novas estimações nesta seção. A primeira estimação proposta (Tabela 23) compreende as mesmas variáveis já utilizadas anteriormente, que dizem respeito à acessibilidade do imóvel e outras variáveis de controle. Em adição a isso, considera-se o ano de transmissão do imóvel, assim como feito no modelo para lotes vagos. A interpretação diz respeito às condições de ciclos econômicos externos às características do imóvel. Dentro da discussão proposta, ela tem mais efeito de controle no modelo econométrico, pois o objetivo é diferenciar os preços relativos dentro do território, e assim excluir o efeito de um imóvel ser mais valorizado simplesmente por ter sido vendido em um ano de alta do mercado.

Os coeficientes da primeira estimação para os anos de transação podem ser vistos na primeira coluna da Tabela 23. Todos os coeficientes foram estatisticamente significativos a um nível de significância de 1%. Tendo como base o ano de 2009, um mesmo imóvel vendido em 2014 seria 55% mais caro. Percebe-se que até o ano de 2014, os preços eram crescentes até que o mercado se arrefeceu. Em comparação a 2009, o mesmo imóvel vendido em 2019, por exemplo, seria 30% maior. Importante lembrar que todos os valores são deflacionados. Portanto, o efeito calculado para o ano já é descontado da inflação. Diversas outras variáveis estão omitidas para melhor visualização da tabela. A tabela completa está no Apêndice.

Tabela 23: Estimações resumidas para apartamentos

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
Constante	4,6992***	4,1908***	4,1909***
	(0,0091)	(0,0298)	(0,0308)

Tabela 23 – Continuação da página anterior.

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
Dist. CBD	-0,0204*** (0,0004)	-0,0020*** (0,0006)	-0,0020*** (0,0006)
Acessibilidade	0,0994*** (0,0084)	-0,0405*** (0,0097)	-0,0406*** (0,0105)
Idade	-0,0092*** (0,0001)	-0,0097*** (0,0001)	-0,0097*** (0,0002)
Idade ²	0,0001*** (0,0000)	0,0001*** (0,0000)	0,0001*** (0,0000)
Ano 2020	0,2684*** (0,0033)	0,2732*** (0,0033)	0,2732*** (0,0040)
P5	0,3705*** (0,0087)	0,3125*** (0,0088)	0,3125*** (0,0115)
Prop. APs Viz.		-0,0380*** (0,0037)	-0,0379*** (0,0042)
Média Idade Viz.		-0,0010*** (0,0001)	-0,0010*** (0,0001)
Média Idade Pop.		0,0105*** (0,0004)	0,0105*** (0,0004)
Dist. Ferrovia		-0,0104*** (0,0008)	-0,0104*** (0,0008)
IQVU - Abastec.		0,0278** (0,0128)	0,0278** (0,0127)
Variáveis controle	.	.	.
Lambda			0,0000 (0,0000)
N	147.730	147.730	147.730
(Pseudo) R ²	0,8569	0,8622	0,8622
R ² Ajustado	0,8569	0,8621	

Tabela 23 – Continuação da página anterior.

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
Estatística F	3,16E+07***	1,812E+07***	

Fonte: Elaboração própria.

Ao invés de também adicionar o Coeficiente de Aproveitamento - fator este muito importante para o potencial de um lote vago e, portanto, seu valor - foi adicionado uma variável categórica que determina o padrão de acabamento do apartamento. É uma métrica para sintetizar as características estruturais e arquitetônicas do imóvel. Na estimativa, tendo o menor nível como referência (Padrão P1), todos os apartamentos de maior padrão de acabamento, tudo o mais constante, têm maior valor. Um apartamento do padrão P5, por exemplo, custa 65% a mais que um imóvel semelhante, mas do padrão P1. Ao final desta quinta estimação, foi possível explicar quase 85% da variância dos dados, um valor que já pode ser considerado significativo para a compreensão dos preços de apartamento. Ao final dessa estimação, o modelo é capaz de explicar cerca de 84% da variância dos dados, enquanto que anteriormente, o modelo sem as novas variáveis foi capaz de explicar 76%. Portanto, pode-se dizer que a incorporação das duas fontes de variáveis foi importante para avançar na especificação.

O próximo passo dado foi incluir um novo grupo de variáveis no modelo de preços hedônicos - estimação (6). O primeiro grupo, a dizer, a proporção de apartamentos vizinhos e a média de idade dos imóveis vizinhos é uma forma de incorporar a estrutura urbana do entorno de cada imóvel. É uma das formas de mensurar a história da ocupação urbana de Belo Horizonte no modelo econométrico. Os coeficientes podem ser vistos na segunda coluna da Tabela 23. As duas variáveis são significativas estatisticamente e tem os sinais negativos, não sendo o esperado no primeiro caso. O modelo aponta que quanto maior a proporção de apartamentos vizinhos, menor o preço do apartamento, tudo o mais constante. Esperava-se um sinal positivo para essa variável, pois os apartamentos se concentram numa região específica da cidade, a mesma com os maiores valores observados. Contudo, o resultado do modelo aponta que, controlando por todas as outras variáveis, o efeito final de maior verticalização da área é uma desvalorização do apartamento. Enquanto isso, a outra variável tem o efeito negativo em relação a um imóvel se localizar em

áreas com a estrutura urbana mais antiga. Pelo coeficiente obtido, o aumento de 1 ano na média dos imóveis vizinhos ao apartamento, o efeito final no preço é de 0,7%.

Ainda, existem diversas variáveis na especificação que se relacionam à ideia de centralidade para pensar a formação de preços. Os resultados também podem ser vistos na segunda coluna da Tabela 23. Dentre as distâncias a pontos de interesse, apenas a distância ao instituto de ensino superior mais próximo não foi significativa. A exemplo da interpretação dos coeficientes, estar localizado a 1 km a mais de distância de uma das praças regionais, o imóvel é avaliado pelo modelo em um valor 2% menor.

Quanto às variáveis dos índices de qualidade de vida urbana, destacam-se os relacionados a meio ambiente, saúde, serviços urbanos e segurança, cujos coeficientes foram significativos, porém com o sinal contrário ao esperado. Em contrapartida, pode-se dizer que um imóvel localizado numa região com o índice de habitação 0,1 maior, o modelo aponta um imóvel 5% mais caro.

O poder explicativo do modelo subiu pouco mais de 1% em relação ao modelo anterior, indicando que as variáveis relacionadas à centralidade e estrutura urbana, apesar de todas serem significativas, não contribuem para o incremento da variância explicada do modelo da mesma forma que as outras estimações. Ao menos é o que se pode inferir das variáveis utilizadas. Pode-se pensar em outras formas de mensurar as questões trabalhadas que consigam explicar melhor os preços dos imóveis. Dessa forma, não se descarta, a princípio, o efeito das teorias levantadas a respeito dos preços dos imóveis.

Em seguida, realiza-se o diagnóstico espacial deste último modelo estimado para verificar uma possível espacialidade dos dados. A importância da econometria espacial para os modelos de preços hedônicos foi amplamente exposta anteriormente, não sendo necessário avançar mais na explicação dos motivos aqui. Logo, cabe no momento adotar as estratégias necessárias para identificar a possível dependência dos dados espaciais, os imóveis geolocalizados.

Na estimação anterior, onde ainda se considerava apenas as variáveis relacionadas à acessibilidade, o diagnóstico já havia apontado que o modelo de erro espacial (SAR-*error*) seria o mais apropriado, em convergência com outros estudos (DUBIN et al., 1999). Neste caso, portanto, o resultado do Teste de Multiplicador de Lagrange poderia trazer um resultado interessante, que seria a correção da autocorrelação espacial com a inclusão das novas variáveis. Portanto, não é o que acontece (Tabela 24). Pelos testes LM originais,

tanto para o modelo de *lag* quanto para o modelo de erro, os testes rejeitam a hipótese nula de aleatoriedade espacial. Quando se verificam os testes robustos, apesar de ambos também rejeitarem a hipótese nula, pode-se pensar que o modelo que considera o termo de erro espacial seja o mais apropriado por conta do alto valor do teste em comparação ao teste robusto em favor do modelo *lag*. Portanto, opta-se por estimar um modelo SAR-*error* com a mesma especificação, onde haviam sido incluídas as variáveis de ano de transação, padrão de acabamento, características da estrutura urbana, distância a pontos de interesse e índices de qualidade de vida urbana. Os resultados dessa nova estimação considerando a teoria de econometria espacial constam na coluna da estimação (7) da Tabela 23. O componente do erro, lambda, porém, não foi significativo nessa estimação.

Tabela 24: Diagnóstico espacial da estimação (6) - Modelo de apartamentos

Teste	I de Moran/G. L.	Valor	Prob.
I de Moran	0,1540	315,42	0,0000
Multiplicador de Lagrange (<i>lag</i>)	1	7.614,02	0,0000
LM Robusto (<i>lag</i>)	1	569,15	0,0000
Multiplicador de Lagrange (<i>error</i>)	1	97.796,71	0,0000
LM Robusto (<i>error</i>)	1	90.751,84	0,0000
Mult. Lagrange (SARMA)	2	98.365,86	0,0000

Fonte: Elaboração própria.

Ao longo desta subseção, foram desenvolvidos três modelos econométricos para o valor dos apartamentos de Belo Horizonte, com dados para o período de 2009 a 2020. O foco principal das estimações era avançar na metodologia dos modelos de preços hedônicos, de forma que se encontre teorias complementares para o modelo monocêntrico de Alonso (1964). A importância da acessibilidade, mais do que a simples distância para o centro comercial de uma cidade, já havia sido reafirmada como fator fundamental para a análise dos preços relativos ao longo do espaço.

Porém, havia áreas onde a acessibilidade puramente não era capaz de explicar a valorização ou os baixos valores frente ao mercado imobiliário. Por conta disso, as variáveis incluídas procuraram corresponder ao cenário econômico, às qualificações da construção do imóvel e da estrutura urbana consolidada ao redor dos apartamentos. Em geral, praticamente todas as variáveis foram significativas e trouxeram ganhos no poder explicativo do

modelo, especialmente os anos de transação (*proxy* para o cenário econômico) e os padrões de acabamento (índice de qualidade construtiva do imóvel). A seguir, uma visualização dos valores previstos a partir dos coeficientes estimados e uma análise das espacialidades dos valores ao longo do território de Belo Horizonte.

3.4.2.3 Discussão do modelo de apartamentos

Na subseção anterior, foram realizadas três estimações econométricas. As duas primeiras foram realizadas pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários, enquanto a última foi uma estimação, pelo Método dos Momentos Generalizado, um modelo espacial do tipo *SAR-error*. A contribuição de cada uma dessas estimações está descrita ao longo do texto da subseção. Nesta subseção, utilizando-se da estimação (6), isto é, pelo método MQO e com todas as variáveis disponíveis, será estimado os valores previstos para todos os apartamentos disponíveis na base do IPTU 2020, disponibilizado pela Prefeitura de Belo Horizonte. A opção pela escolha da estimação em MQO, e não pelo método espacial, tem como justificativa a praticidade para a previsão de valores, considerando que o modelo *SAR-error* não resultou em avanços expressivos na modelagem. Como o objetivo está em analisar a distribuição de valores pelo espaço, e não necessariamente o valor mais preciso para cada cada imóvel, entende-se que não há perda significativa de realizar tal opção. Ademais, a identificação do problema de autocorrelação espacial está em características não observáveis, isto é, afetam a significância dos coeficientes, e não especificamente o valor destes.

As estatísticas descritivas dos valores previstos com os coeficientes da estimação em MQO com todas as variáveis do modelo (Tabela 25) dão conta de que o modelo antes produzia valores superdimensionados (Tabela 12). Por exemplo, o valor médio dos 360.879 apartamentos do estoque atual foi atualizado em cerca de R\$80 mil, enquanto que o valor/m² médio também caiu, algo próximo de R\$600/m². As observações cujos valores foram exorbitantes, muito acima da expectativa, foram desconsiderados nas tabulações para evitar que distorcessem a análise, além de um possível erro de mensuração em alguma de suas variáveis. Dessa forma, ressalta-se a importância de considerar as variáveis para o modelo de preços hedônicos. Por mais que o objetivo principal da pesquisa seja discutir os preços relativos entre os apartamentos, aprimorar as previsões de um modelo nunca deixa de ser importante.

No Mapa 19 é possível visualizar a distribuição espacial dos valores previstos pelo

Tabela 25: Descritiva dos valores preditos – Modelo de apartamentos

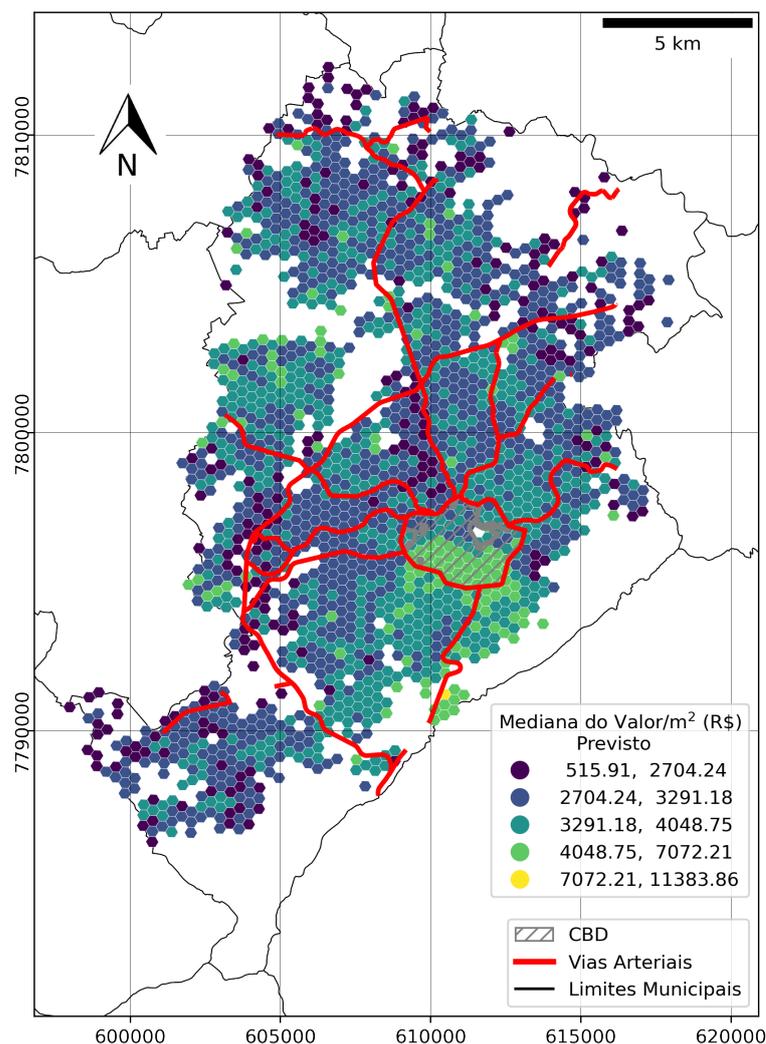
	Valor Prev.	Valor/m ² Prev.
N	360.874	360.874
Média	458.849,74	3.552,67
D. P.	401.324,86	788,84
Mín.	109.760,54	509,93
25%	224.877,15	3.035,15
Mediana	333.497,67	3.393,09
75%	517.982,84	3.882,85
Máx.	5.523.678,94	19.975,19

Fonte: Elaboração própria.

modelo de preços hedônicos para os pouco mais de 360.000 apartamentos cadastrados na Prefeitura de Belo Horizonte em 2020. A unidade espacial em uso são os mesmos hexágonos utilizados no Projeto de Acessibilidade do IPEA (PEREIRA et al., 2020), e também em outros mapas ao longo do estudo. A classificação foi feita pelo método de Fisher-Jenks e produzem cinco escalas, cujo valor representado é a mediana do valor/m² dos apartamentos dentro de cada hexágono. Como o esperado por todo o trajeto teórico e empírico desenvolvido até aqui, os maiores valores/m² previstos para o município de Belo Horizonte se concentram na metade sul do CBD e sua área adjacente ao sul, compreendendo praticamente toda a regional Centro-Sul. O bairro Belvedere, no limite com o município de Nova Lima, ao sul, tem áreas cuja mediana alcança valores superiores a R\$10.000/m², por exemplo.

Uma das variáveis incluídas no modelo havia sido a proporção de apartamentos vizinhos, sendo este um cálculo da quantidade de apartamentos dentre os 50 vizinhos mais próximos de cada imóvel. O intuito era controlar pela verticalização da área ao entorno de um apartamento, possivelmente calibrando uma área de maior dinâmica do mercado de construções. Pelas estimações, a variável é significativa estatisticamente, apesar do coeficiente ser negativo. A relação entre o valor/m² previsto e a proporção de vizinhos parece ser positiva, de fato (Gráfico 15). É possível, portanto, que os efeitos de uma área verticalizada já estivessem sendo captados por outra variável, como a densidade populacional, por exemplo, e essa variável incluída esteja captando os aspectos negativos de uma

Mapa 19: Previsão valor/m² – Apartamentos (IPTU - 2020)



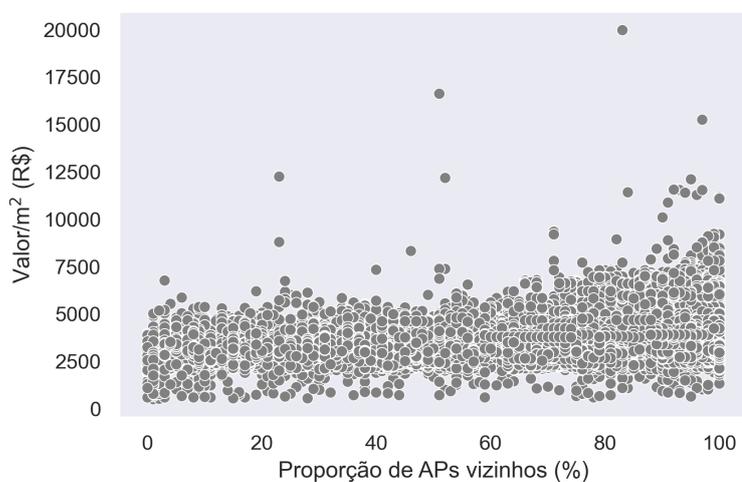
Fonte: Elaboração própria.

região muito movimentada, a exemplo do que foi discutido do efeito da distância para estações de metrô e vias arteriais, uma vez que a acessibilidade tenha sido devidamente controlada (AHLFELDT, 2011).

Em complemento, por mais que um dos objetivos presentes seja analisar a contribuição de novas variáveis para o modelo econométrico, as discussões acerca da acessibilidade e a estrutura urbana não deixam de ser relevantes. Para o caso dos apartamentos, assim como os lotes vagos, a acessibilidade ainda não parece ter uma correlação clara e inequívoca na formação de preços desse mercado (Gráfico 16). A correlação para os apartamentos é ainda menos evidente.

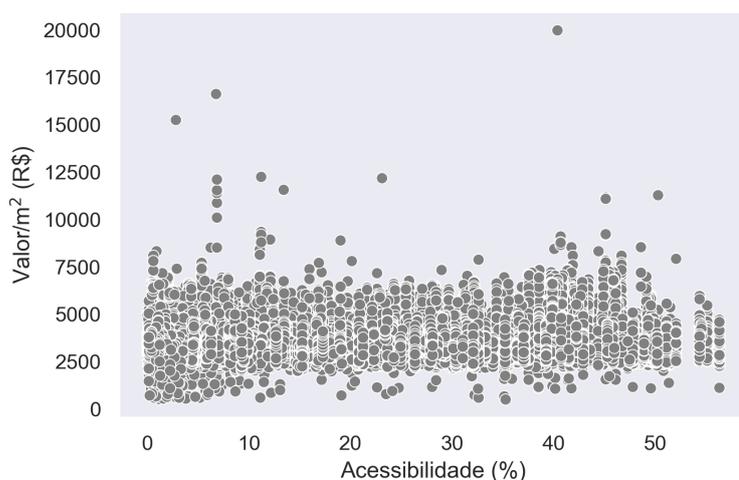
Como já discutido anteriormente, por mais que os bairros que compõem o que se considera CBD tenham diferenças entre si, ainda assim carregam o simbolismo histórico

Gráfico 15: Proporção APs vizinhos (%) x Valor/m² previsto (R\$) - Apartamentos (IPTU - 2020)



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 16: Acessibilidade (%) x Valor/m² previsto (R\$) - Apartamentos (IPTU - 2020)



Fonte: Elaboração própria.

de ser a região de maior atratividade da cidade entre todas as classes sociais. A região mais valorizada da cidade compreende apenas um pedaço da área interna da Avenida Contorno e a parcela do território ao sul dessa região. Contudo, permanece interessante analisar os resultados tendo como foco a região de concentração de empregos, previsto para ser o locus mais valorizado de um espaço urbano segundo o modelo monocêntrico de Alonso (1964), Mills (1967), Muth (1969) e tantos outros pensadores.

Os valores antes da inclusão das novas variáveis estavam superdimensionados (Tabela 25), o que se reflete nas estatísticas descritivas para a comparação do CBD com o restante

de Belo Horizonte (Tabela 26). Contudo, um resultado interessante é que a diferença dos valores previstos médios entre o CBD e a região complementar aumentou em 10 pontos percentuais. A área central de Belo Horizonte tem valor previsto 50% maior do que os apartamentos fora dela. Essa diferença se reflete também na diferença de valores/m² previstos. A diferença entre as regiões passou de 15% para 22%. Pode-se pensar, portanto, que as novas variáveis incluídas trataram de qualificar melhor as centralidades urbanas, sendo o CBD a principal delas. Em termos de preços relativos, importante para a discussão proposta nesta pesquisa, as estimações conseguiram redimensionar essas diferenças ao longo do território.

Tabela 26: Estatísticas descritivas para CBD e fora do CBD - Modelo de apartamentos

	CBD			Fora CBD		
	Valor Prev.	Valor/m ² Prev.	Acess.	Valor Prev.	Valor/m ² Prev.	Acess.
N	44.562	44.562	44.562	316.312	316.312	316.312
Média	655.554,77	4.273,75	44,35	431.137,96	3.451,09	10,98
D. P.	565.671,12	1.092,13	4,89	363.943,18	677,00	12,21
Mín.	136.478,68	1.097,33	24,71	109.760,54	509,93	0,00
25%	296.967,11	3.481,89	40,88	218.045,77	3.013,09	1,93
Mediana	452.207,83	4.177,78	43,41	320.913,71	3.346,17	5,30
75%	790.969,38	4.923,76	49,11	488.334,86	3.756,64	17,04
Máx.	3.886.319,49	11.281,66	56,32	5.523.678,94	19.975,19	52,05

Fonte: Elaboração própria.

Portanto, ao final deste capítulo, têm-se os resultados das análises do mercado imobiliário de lotes vagos e apartamentos. Para cada tipologia, em um primeiro instante, foram realizadas análises exploratórias das variáveis complementares adicionadas ao modelo de preços hedônicos pensadas para essa parte da pesquisa, em conformação à literatura apresentada. Em seguida, as estimações econométricas para ambas as tipologias com os dados obtidos do ITBI no período de 2009 a 2020. Os coeficientes de cada estimativa foram analisados em consonância com o que se era esperado, fora o avanço no poder explicativo do modelo. Por fim, uma discussão dos resultados a partir da previsão de valores com os imóveis registrados na base do IPTU 2020, além do complemento na discussão a respeito

dos efeitos das variáveis para entender a formação de preços no espaço.

3.5 Conclusão

Este capítulo pretendeu estabelecer contribuições teóricas e metodológicas complementares ao modelo canônico de economia urbana, desenvolvido a partir das ideias de Alonso (1964). Após o entendimento de que, para o caso de estudo presente, o modelo não era capaz de explicar a formação de preços nos mercados de lotes vagos e apartamentos, mesmo após os avanços que o modelo teve nas últimas décadas. Para isso, contou com tópicos que concernem ao espaço urbano, com ampla discussão já estabelecida, e que não eram mencionadas pela teoria do modelo monocêntrico. A conclusão geral do capítulo é que de fato outras possibilidades devem ser consideradas para o avanço da teoria.

Para se estimar um modelo genérico de preços hedônicos para imóveis como lotes vagos e apartamentos a partir da experiência de Belo Horizonte, parece que o ano de transação, o zoneamento (para o caso dos lotes vagos) e o padrão construtivo (para o caso dos apartamentos) são as variáveis mais importantes. Enquanto a primeira serve como controle na estimação, as outras duas fornecem contribuições valiosas para a composição de preços nestes mercados. Ao final das estimações, percebe-se que houve alterações nos preços relativos em relação aos valores obtidos no capítulo anterior, reforçando as conclusões obtidas anteriormente a respeito do modelo monocêntrico. Portanto, entende-se que a adição de novas variáveis foram válidas.

Para além das variáveis que correspondem características próprias, aquelas que sintetizam a estrutura urbana ao redor e ao acesso à infraestrutura, amenidades e serviços urbanos tiveram o resultado esperado. Isto é, as variáveis adicionadas, como a distância a pontos de interesse e os índices de IQVU, apesar de significativos estatisticamente, não trouxeram avanços significativos na explicação do modelo. Isso não significa que devam ser descartadas, e sim compreender que fornecem contribuições marginais a um modelo de preços hedônicos.

Contudo, por mais que as conclusões gerais dos modelos sejam parecidas, há algumas especificidades entre eles. Os maiores valores previstos de lotes vagos se concentram na área interna do município. Porém, ainda que a correlação entre a acessibilidade e valor/m² previsto seja positiva, a inclinação não é forte como se esperaria, além da alta heterogeneidade. Enquanto isso, apartamento é a tipologia que menos adere à teoria. O

que se infere dos dados é que o mercado de apartamentos é valorizado em uma regional, a Centro-Sul, que se estende desde o centro da cidade até o limite com o município de Nova Lima. Em contrapartida, há regiões com alta acessibilidade ao centro comercial e pouco valorizadas pelo mercado.

A análise a partir da econometria espacial também trouxe avanços para a compreensão do espaço em estudo. Diagnosticou-se a grande relevância de características não mensuráveis que provocam a interdependência das observações no espaço, onde não foram possíveis serem controladas mesmo com a inclusão de novas variáveis que qualificassem a mensuração da estrutura urbana ao redor dos imóveis.

Após a apresentação dos resultados específicos deste capítulo, o capítulo final objetiva retomar todo o percurso desenvolvido nesta pesquisa. Busca-se interpretar os resultados à luz das literaturas apresentadas, tanto do ponto de vista teórico quanto metodológico. Procura-se dar um fechamento à pesquisa, indicando avanços, reconhecendo limitações e apontando possibilidades.

4 Conclusões e considerações finais

A presente pesquisa teve como objetivo principal apresentar, avaliar e discutir o modelo monocêntrico de estrutura urbana, cuja referência principal é William Alonso (1964). A teoria se apresenta como um modelo genérico de cidade, onde, a princípio, pode-se inferir que o centro comercial é o espaço de maior concorrência pela terra disponível, assim elevando os preços. A partir desse ponto, círculos se formam em volta da área, de modo que quanto mais se afastam, maiores os custos de transporte e, conseqüentemente, menores as rendas auferidas pelos proprietários de terra, a exemplo de teorias sobre o espaço rural.

A partir de informações de transações imobiliárias de Belo Horizonte no período de 2009 a 2020, estimou-se, num primeiro momento, um modelo de preços hedônicos com as principais variáveis disponíveis para avaliar a viabilidade de utilizar o modelo monocêntrico de cidade para o estudo de caso. Essas variáveis utilizadas seguem o exemplo das contribuições de Gabriel Ahlfeldt (2011). Os resultados indicaram que, embora sirva para explicar a formação de preços de algumas regiões, há diversos pontos que fogem à regra, em especial para o mercado de apartamentos. Para o caso de lotes vagos, os maiores valores se concentram na área considerada o centro comercial, porém a correlação entre valor e acessibilidade é menos consistente que outros estudos já realizados.

Em seguida, a pesquisa objetivou incorporar novos elementos à teoria, como zoneamento e qualidade das características construtivas, além da distância a pontos de interesse espalhados pelo município. As variáveis incluídas procuraram corresponder a teorias complementares, como é o caso do zoneamento, ou formas opostas de se pensar o centro da cidade, a partir da ideia de centralidades urbanas. Além do mais, pondera-se o histórico de ocupação do município. Os resultados reforçam as conclusões contrárias ao modelo monocêntrico e abrem espaço para outros elementos na literatura, em conformidade com diversos estudos que se utilizam da mesma abordagem teórica.

Críticas ao modelo monocêntrico se acumularam ao longo das décadas. Uma das preocupações principais era a respeito da estrutura urbana que tomava forma no fim do século XX, onde outros (sub)centros emergiam no espaço (NADALIN et al., 2018). No entanto, alguns estudos argumentam que ele tem bom poder preditivo na forma original (SALVATI; CARLUCCI, 2014), ou que, com ajustes importantes a respeito da hipótese do mercado de trabalho exógeno, pode continuar relevante para se pensar as cidades (AHLFELDT, 2011).

Teorizando sobre espaços urbanos, pensadores como David Harvey e Neil Smith já criticavam há décadas a abordagem dessa visão que estabelece um equilíbrio espacial quando, por exemplo, discutiam o processo de gentrificação nos grandes centros urbanos (SMITH, 1979, 1996). Mais recentemente, autores como Pedro Abramo (2007a) e Elvin Wyly (2015) trouxeram contribuições para se pensar a formação do tecido urbano para além de questões puramente econômicas. Além disso, a urbanização tida como modelo por William Alonso é criticada por Edward Soja (2013) por corresponder a um padrão de cidade capitalista industrial do século XX. Esse modelo de cidade, inclusive, parece ser ainda mais problemático para se pensar a urbanização em espaços fora das grandes metrópoles dos países europeus e da América do Norte, como é o caso de Belo Horizonte (BETANCUR, 2014; GHERTNER, 2015).

Em um espaço segregado como Belo Horizonte, diversos aspectos se sobrepõem no espaço, como renda, verticalização, infraestrutura, amenidades urbanas, etc. Todas essas características se concentram em poucos espaços do município, onde são mais concorridos e historicamente já ocupados por uma parcela específica da população. Segundo Abramo (2007b), o mercado imobiliário urbano é tomado de incertezas a respeito da estrutura urbana futura, das condições econômicas, entre outros aspectos. Logo, o funcionamento do mercado, apesar de composto por decisões individuais, deve ser coordenado para que as incertezas sejam superadas. E uma das estratégias adotadas pelas famílias é justamente a contiguidade espacial das novas fronteiras urbanas (VILLAÇA, 2001; ABRAMO, 2007b), como se observa para o caso de Belo Horizonte, em especial no mercado residencial de apartamentos. Enquanto isso, os espaços com alta acessibilidade, mas com valores previstos baixos, são os mesmos ocupados pelas classes mais baixas desde as primeiras décadas da ocupação urbana de Belo Horizonte, no início do século XX. Esses espaços foram historicamente desprovidos de investimentos em infraestrutura (VILLAÇA, 2001).

A respeito das questões metodológicas, a pesquisa traz resultados que agregam na literatura de avaliação imobiliária, com destaque para o modelo de preços hedônicos. Em consonância com diversos outros estudos, verifica-se a dimensão de variáveis não contempladas pelo modelo monocêntrico na estimação da hierarquia de preços ao longo do território. As variáveis de zoneamento e padrão construtivo são exemplos disso, além de diversas amenidades urbanas.

Outro objetivo específico desta pesquisa era contrapor duas formas de se medir o acesso

ao mercado de trabalho. A primeira delas, a distância para o centro comercial, onde há a hipótese implícita de que lá se concentram os empregos. A partir da contribuição de Ahlfeldt (2011), utiliza-se a acessibilidade a todas oportunidades de emprego no município via transporte público, a partir de dados do IPEA, para qualificar as estimações. Os resultados mostram que a variável de acessibilidade é importante para o modelo.

A literatura de econometria espacial forneceu subsídios para se pensar a relação das observações no espaço. Verificou-se que existem características não observáveis que tornam as observações autocorrelacionadas no espaço. Reforça-se, portanto, a importância de se pensar a correspondência dos imóveis com o ambiente ao entorno.

Ainda, as variáveis incluídas podem não ser as melhores para abordar a teoria levantada, e outros métodos podem ser pensados. Importante pensar que, com o intuito de se desenvolver uma abordagem replicável para o tema, é desejável uma especificação concisa, onde todas as grandes questões relevantes para verificar o gradiente de renda no espaço urbano estejam de alguma forma consideradas.

Um dos caminhos possíveis, para avançar na modelagem de preços hedônicos, é ir além da diferenciação de características próprias e urbanísticas, e testar outros aspectos que possam encontrar as diferenças em regiões homogêneas. O modelo monocêntrico não se preocupa com essas questões, inclusive considera que não há diferenciação entre esses espaços. A teoria de submercados para o mercado imobiliário (BOURASSA et al., 1999, 2003) pode aprimorar o modelo de preços hedônicos, por exemplo. Para mais, outros métodos de avaliação imobiliária podem ser utilizados para os mesmos dados, como o método de vendas repetidas, estimações não-paramétricas e ainda métodos de *machine learning*. Cada um destes tem suas vantagens dentro de diferentes possíveis objetivos. Espera-se que para os objetivos propostos aqui, o método escolhido seja válido.

Entre as limitações da pesquisa, está a indisponibilidade de informações a respeito do transporte individual. Uma das formas de controlar a utilização desse modal, em detrimento do transporte público (variável de acessibilidade utilizada nessa pesquisa), foi utilizada em Ahlfeldt (2011) e trouxe bons resultados. Informações da quantidade de veículos particulares por moradia ou dentro de uma região, por exemplo, não são mensuradas para o estudo de caso, até onde se sabe. Outra possível fragilidade da pesquisa é não ter disponíveis dados de transações imobiliárias dos municípios metropolitanos. Como discutido e visto em alguns mapas, parece haver uma relação do mercado imobiliário

local com municípios vizinhos, como Nova Lima, por exemplo, nos limites da regional Centro-Sul.

O estudo de caso em questão procura se inserir em uma longa lista de pesquisas no campo da economia urbana e busca estar aberto a contribuições críticas e de outras áreas para avançar na elaboração de teorias a respeito do espaço urbano. O assunto é inesgotável, com contínuas transformações, potencial de transformar radicalmente nossas experiências e é, por conta disso e tantos outros fatores, apaixonante.

Referências

ABLAS, L. A. *A teoria do lugar central: bases teóricas e evidências empíricas*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo, 1982.

ABRAMO, P. *A cidade caleidoscópica: coordenação espacial e convenção urbana: uma perspectiva heterodoxa para a economia urbana*. [S.l.]: Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

_____. A cidade com-fusa: a mão inoxidável do mercado e a produção da estrutura urbana nas grandes metrópoles latino-americanas. *Revista Brasileira de estudos urbanos e regionais*, v. 9, n. 2, p. 25–25, 2007.

ACHEAMPONG, R. A.; SILVA, E. A. Land use–transport interaction modeling: A review of the literature and future research directions. *Journal of Transport and Land use*, JSTOR, v. 8, n. 3, p. 11–38, 2015.

AHLFELDT, G. If alonso was right: modeling accessibility and explaining the residential land gradient. *Journal of Regional Science*, Wiley Online Library, v. 51, n. 2, p. 318–338, 2011.

AHLFELDT, G. M.; KAVETSOS, G. Form or function?: the effect of new sports stadia on property prices in london. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*, JSTOR, p. 169–190, 2014.

AHLFELDT, G. M.; WENDLAND, N. Fifty years of urban accessibility: the impact of the urban railway network on the land gradient in berlin 1890–1936. *Regional Science and Urban Economics*, Elsevier, v. 41, n. 2, p. 77–88, 2011.

_____. How polycentric is a monocentric city? centers, spillovers and hysteresis. *Journal of Economic Geography*, Oxford University Press, v. 13, n. 1, p. 53–83, 2013.

ALMEIDA, R. et al. An assessment of the impacts of large-scale urban projects on land values: The case of belo horizonte, brazil. *Papers in Regional Science*, Wiley Online Library, v. 100, n. 2, p. 517–559, 2020.

_____. Can economic development policy trigger gentrification? assessing and anatomising the mechanisms of state-led gentrification. *Environment and Planning A: Economy and Space*, SAGE Publications Sage UK: London, England, 2021.

ALMEIDA, R.; REZENDE, B. Pampulha: Desenvolvimentismo no espaço. *Anais do 17º Seminário sobre a Economia Mineira (Diamantina)*, 2016. Acessado em: 07 nov. 2021. Disponível em: <https://diamantina.cedeplar.ufmg.br/portal/download/diamantina-2016/211-350-1-RV__2016__10__09__00__44__09__017.pdf>.

ALMEIDA, R. P.; MONTE-MÓR, R. L. d. M.; AMARAL, P. V. M. d. Implosion and explosion in the exopolis: evidences from the mrbh’s real estate market. *Nova Economia*, SciELO Brasil, v. 27, n. 2, p. 323–350, 2017.

ALONSO, W. A theory of the urban land market. *Papers in Regional Science*, v. 6, n. 1, p. 149–157, 1960.

_____. *Location and Land Use: Toward a general theory of land rent*. [S.l.]: Harvard University Press, 1964.

AMANO, F. *Tributação e Dinâmica Imobiliária: uma análise comparativa para aglomerações urbanas brasileiras*. Dissertação (Mestrado) — Mestrado em Desenvolvimento, Planejamento e Território – Universidade Federal de São João del Rey, 2021.

ANAS, A.; ARNOTT, R.; SMALL, K. A. Urban spatial structure. *Journal of economic literature*, JSTOR, v. 36, n. 3, p. 1426–1464, 1998.

ANSELIN, L. Gmm estimation of spatial error autocorrelation with and without heteroskedasticity. *Note (GeoDa Center, Arizona State University, 2011)*, 2011.

ANSELIN, L.; BERA, A. K. Introduction to spatial econometrics. *Handbook of applied economic statistics*, CRC Press New York, v. 237, 1998.

ANSELIN, L.; GALLO, J. L. Interpolation of air quality measures in hedonic house price models: spatial aspects. *Spatial Economic Analysis*, Taylor & Francis Group, v. 1, n. 1, p. 31–52, 2006.

ANSELIN, L. et al. Valuing access to water—a spatial hedonic approach, with an application to bangalore, india. *Spatial Economic Analysis*, Taylor & Francis, v. 5, n. 2, p. 161–179, 2010.

ARBIA, G. *A primer for spatial econometrics: with applications in R*. [S.l.]: Springer, 2014.

ARRAIZ, I. et al. A spatial cliff-ord-type model with heteroskedastic innovations: Small and large sample results. *Journal of Regional Science*, Wiley Online Library, v. 50, n. 2, p. 592–614, 2010.

AURIN, M. E. Some economic effects of residential zoning in san francisco. In: *Residential location and urban housing markets*. [S.l.]: NBER, 1977. p. 349–388.

AVELINE-DUBACH, N.; BLANDEAU, G. The political economy of transit value capture: The changing business model of the mtrc in hong kong. *Urban Studies*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 56, n. 16, p. 3415–3431, 2019.

BARKHAM, R.; BOKHARI, S.; SAIZ, A. Urban big data: city management and real estate markets. *GovLab Digest: New York, NY, USA*, 2018.

BASU, S.; THIBODEAU, T. G. Analysis of spatial autocorrelation in house prices. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, Springer, v. 17, n. 1, p. 61–85, 1998.

BELO HORIZONTE. *Relatório do prefeito Bernardo Pinto Monteiro (1899/1902)*. Belo Horizonte, Imprensa Oficial, 1902.

BETANCUR, J. J. Gentrification in latin america: overview and critical analysis. *Urban Studies Research*, Hindawi Limited, v. 2014, 2014.

BHATTACHARJEE, A. et al. Endogenous spatial regression and delineation of submarkets: A new framework with application to housing markets. *Journal of Applied Econometrics*, Wiley Online Library, v. 31, n. 1, p. 32–57, 2016.

- BHATTACHARJEE, A.; CASTRO, E.; MARQUES, J. Spatial interactions in hedonic pricing models: the urban housing market of aveiro, portugal. *Spatial Economic Analysis*, Taylor & Francis Group, v. 7, n. 1, p. 133–167, 2012.
- BOURASSA, S. C. et al. Defining housing submarkets. *Journal of Housing Economics*, Elsevier, v. 8, n. 2, p. 160–183, 1999.
- BOURASSA, S. C.; HOESLI, M.; PENG, V. S. Do housing submarkets really matter? *Journal of Housing Economics*, Elsevier, v. 12, n. 1, p. 12–28, 2003.
- BRUECKNER, J. K. et al. The structure of urban equilibria: A unified treatment of the muth-mills model. *Handbook of regional and urban economics*, v. 2, n. 20, p. 821–845, 1987.
- CASSEL, E.; MENDELSON, R. The choice of functional forms for hedonic price equations: comment. *Journal of Urban Economics*, Elsevier, v. 18, n. 2, p. 135–142, 1985.
- CAVALCANTI, C. B. et al. Retrato das áreas centrais do brasil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Diretoria de Estudos e . . . , 2016.
- ČEH, M. et al. Estimating the performance of random forest versus multiple regression for predicting prices of the apartments. *ISPRS international journal of geo-information*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 7, n. 5, p. 168, 2018.
- CHERRIER, B.; REBOURS, A. *Cities and Space: Towards a History of ‘Urban Economics’*. 2018. (Economists in the City, v. 2). Acessado em: 04 nov. 2021. Disponível em: <<https://hscif.org/economists-in-the-city-cherrierrebours/>>.
- CHESHIRE, P.; SHEPPARD, S. On the price of land and the value of amenities. *Economica*, JSTOR, p. 247–267, 1995.
- CHRISTALLER, W. *Central places in southern Germany*. [S.l.]: Prentice-Hall, 1966. v. 10.
- CHUNG, L. L. W. The economics of land-use zoning: a literature review and analysis of the work of coase. *The Town Planning Review*, JSTOR, p. 77–98, 1994.
- COMBES, P.-P.; DURANTON, G.; GOBILLON, L. The costs of agglomeration: House and land prices in french cities. *The Review of Economic Studies*, Oxford University Press, v. 86, n. 4, p. 1556–1589, 2019.
- COSTA, H. S. d. M. *Novas periferias metropolitanas: a expansão metropolitana em Belo Horizonte: dinâmica e especificidades no Eixo Sul*. Belo Horizonte: Editora C/Arte, 2006.
- CRECINE, J. P.; DAVIS, O. A.; JACKSON, J. E. Urban property markets: some empirical results and their implications for municipal zoning. *The Journal of Law and Economics*, The University of Chicago Law School, v. 10, p. 79–99, 1967.
- DRUKKER, D. M.; EGGER, P.; PRUCHA, I. R. On two-step estimation of a spatial autoregressive model with autoregressive disturbances and endogenous regressors. *Econometric Reviews*, Taylor & Francis, v. 32, n. 5-6, p. 686–733, 2013.

- DUARTE, A. M. et al. The influence of urban violence and land title irregularity on the market value of properties: A case study in belém, an amazon metropolis. *Cities*, Elsevier, v. 35, p. 147–155, 2013.
- DUBÉ, J. et al. A spatial difference-in-differences estimator to evaluate the effect of change in public mass transit systems on house prices. *Transportation Research Part B: Methodological*, Elsevier, v. 64, p. 24–40, 2014.
- DUBIN, R.; PACE, R. K.; THIBODEAU, T. G. Spatial autoregression techniques for real estate data. *Journal of Real Estate Literature*, Springer, v. 7, n. 1, p. 79–96, 1999.
- DUNCAN, M. The impact of transit-oriented development on housing prices in san diego, ca. *Urban studies*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 48, n. 1, p. 101–127, 2011.
- DURANTON, G.; PUGA, D. Urban land use. In: *Handbook of regional and urban economics*. [S.l.]: Elsevier, 2015. v. 5, p. 467–560.
- EVANS, A. W. The determination of the price of land. *Urban studies*, Sage Publications Sage UK: London, England, v. 20, n. 2, p. 119–129, 1983.
- EWING, R.; CERVERO, R. Travel and the built environment: a synthesis. *Transportation research record*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 1780, n. 1, p. 87–114, 2001.
- EYMELOUD, J.-B. *Housing and discrimination in economics: an empirical approach using Big Data and natural experiments*. [S.l.], 2018.
- FAGGIO, G.; SILVA, O.; STRANGE, W. C. Heterogeneous agglomeration. *Review of Economics and Statistics*, MIT Press, v. 99, n. 1, p. 80–94, 2017.
- FERREIRA, C. M. d. C. As teorias da localização e a organização espacial da economia. In: HADDAD, P. R. et al. (Ed.). *Economia regional: teorias e métodos de análise*. Fortaleza: BNB/ETENE, 1989. p. 67–206.
- FISCHEL, W. A. A property rights approach to municipal zoning. *Land Economics*, JSTOR, v. 54, n. 1, p. 64–81, 1978.
- FREEMARK, Y. Upzoning chicago: Impacts of a zoning reform on property values and housing construction. *Urban Affairs Review*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 56, n. 3, p. 758–789, 2020.
- FUJITA, M. *Urban economic theory: land use and city size*. [S.l.]: Cambridge university press, 1989.
- FUJITA, M.; OGAWA, H. Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations. *Regional science and urban economics*, Elsevier, v. 12, n. 2, p. 161–196, 1982.
- FURTADO, B. Mercado imobiliário e a importância das características locais: uma análise quantílico-espacial de preços hedônicos em belo horizonte. *Análise Econômica*, v. 25, n. 48, 2007.

- FURTADO, B. A. Neighbourhoods in urban economics: incorporating cognitively perceived urban space in economic models. *Urban Studies*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 48, n. 13, p. 2827–2847, 2011.
- GABBE, C. Why are regulations changed? a parcel analysis of upzoning in los angeles. *Journal of Planning Education and Research*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 38, n. 3, p. 289–300, 2018.
- GHERTNER, D. A. Why gentrification theory fails in ‘much of the world’. *City*, Taylor & Francis, v. 19, n. 4, p. 552–563, 2015.
- GILLEN, K.; THIBODEAU, T.; WACHTER, S. Anisotropic autocorrelation in house prices. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, Springer, v. 23, n. 1, p. 5–30, 2001.
- GLAESER, E. L.; GYOURKO, J. *The impact of zoning on housing affordability*. Cambridge, Mass., USA, 2002. (Working Paper, 8835).
- GLAESER, E. L.; KAHN, M. E. Sprawl and urban growth. In: *Handbook of regional and urban economics*. [S.l.]: Elsevier, 2004. v. 4, p. 2481–2527.
- GLAESER, E. L.; WARD, B. A. The causes and consequences of land use regulation: Evidence from greater boston. *Journal of urban Economics*, Elsevier, v. 65, n. 3, p. 265–278, 2009.
- GLUMAC, B.; HERRERA-GOMEZ, M.; LICHERON, J. A hedonic urban land price index. *Land Use Policy*, Elsevier, v. 81, p. 802–812, 2019.
- GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. *Econometria básica-5*. [S.l.]: Amgh Editora, 2011.
- HADDAD, E. A.; BARUFI, A. M. B. et al. From rivers to roads: Spatial mismatch and inequality of opportunity in urban labor markets of a megacity. *Habitat International*, Pergamon, v. 68, p. 3–14, 2017.
- HANSEN, W. G. How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of planners*, Taylor & Francis, v. 25, n. 2, p. 73–76, 1959.
- HARVEY, D. Class-monopoly rent, finance capital and the urban revolution. *Regional studies*, Taylor & Francis, v. 8, n. 3-4, p. 239–255, 1974.
- HELBICH, M. et al. Spatial heterogeneity in hedonic house price models: The case of austria. *Urban Studies*, Sage Publications Sage UK: London, England, v. 51, n. 2, p. 390–411, 2014.
- HENDERSON, V.; MITRA, A. The new urban landscape: Developers and edge cities. *Regional Science and Urban Economics*, Elsevier, v. 26, n. 6, p. 613–643, 1996.
- HIRT, S. American residential zoning in comparative perspective. *Readings in Planning Theory*, John Wiley & Sons, p. 293, 2015.
- HSIEH, C.-T.; MORETTI, E. Housing constraints and spatial misallocation. *American Economic Journal: Macroeconomics*, v. 11, n. 2, p. 1–39, 2019.
- JACOBS, J. *The death and life of great American cities*. New York: Random House, 1961.

- JORGENSEN, P. O mercado imobiliário e a formação dos preços do solo. *Módulo do Curso “Acesso à terra urbanizada: implementação de planos diretores e regularização fundiária plena”*, Florianópolis: UFSC, 2008.
- KELEJIAN, H. H.; PRUCHA, I. R. Specification and estimation of spatial autoregressive models with autoregressive and heteroskedastic disturbances. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 157, n. 1, p. 53–67, 2010.
- KRUGMAN, P. R. *Geography and trade*. Cambridge, Massachusetts: MIT press, 1991.
- LEMONS, M. B. et al. *Espaço e capital: um estudo sobre a dinâmica centro x periferia*. Tese (Doutorado) — IE/Unicamp, 1988.
- LOSCH, A. *Economics of location*. [S.l.]: Yale University Press, 1954.
- MACIEL, V. F.; BIDERMAN, C. Assessing the effects of the são paulo’s metropolitan beltway on residential land prices. *Journal of Transport Literature*, SciELO Brasil, v. 7, n. 2, p. 373–402, 2013.
- MAGALHÃES, F. N. C.; TONUCCI, J. B. M.; SILVA, H. Valorização imobiliária e produção do espaço. 2008.
- MALPEZZI, S.; WACHTER, S. The role of speculation in real estate cycles. *Journal of Real Estate Literature*, Taylor & Francis, v. 13, n. 2, p. 141–164, 2005.
- MASON, C.; QUIGLEY, J. M. Non-parametric hedonic housing prices. *Housing studies*, Taylor & Francis, v. 11, n. 3, p. 373–385, 1996.
- MILLS, E. S. An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area. *The American Economic Review*, JSTOR, v. 57, n. 2, p. 197–210, 1967.
- MONTE-MÓR, R. L. d. M. O que é o urbano, no mundo contemporâneo. *Textos para discussão*, UFMG/Cedeplar: Belo Horizonte, v. 281, 2006.
- MUNROE, D. K.; CROISSANT, C.; YORK, A. M. Land use policy and landscape fragmentation in an urbanizing region: Assessing the impact of zoning. *Applied Geography*, Elsevier, v. 25, n. 2, p. 121–141, 2005.
- MUTH, R. F. *Cities and Housing: the spatial pattern of urban residential land use*. [S.l.]: University of Chicago Press, 1969.
- NADALIN, V. G. Economia urbana e mercado de habitação. In: CRUZ, B. d. O. et al. (Ed.). *Economia regional e urbana: teorias e métodos com ênfase no Brasil*. [S.l.]: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2011. p. 221–258.
- NADALIN, V. G.; FURTADO, B. A. Índice de preços para imóveis: uma revisão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2011.
- NADALIN, V. G.; FURTADO, B. A.; RABETTI, M. Concentração intraurbana de população e empregos: os centros antigos das cidades brasileiras perderam primazia? *Revista Brasileira de Estudos de População*, SciELO Brasil, v. 35, n. 3, 2018.
- NEWMAN, P. W.; KENWORTHY, J. R. The land use—transport connection: An overview. *Land use policy*, Elsevier, v. 13, n. 1, p. 1–22, 1996.

- NILSSON, P. Natural amenities in urban space—a geographically weighted regression approach. *Landscape and Urban Planning*, Elsevier, v. 121, p. 45–54, 2014.
- OGAWA, H.; FUJITA, M. Equilibrium land use patterns in a nonmonocentric city. *Journal of regional science*, Citeseer, v. 20, n. 4, p. 455–475, 1980.
- OHLS, J. C.; WEISBERG, R. C.; WHITE, M. J. The effect of zoning on land value. *Journal of Urban Economics*, Elsevier, v. 1, n. 4, p. 428–444, 1974.
- PACE, R. K.; BARRY, R.; SIRMANS, C. F. Spatial statistics and real estate. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, Springer, v. 17, n. 1, p. 5–13, 1998.
- PÁEZ, A.; LONG, F.; FARBER, S. Moving window approaches for hedonic price estimation: an empirical comparison of modelling techniques. *Urban Studies*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 45, n. 8, p. 1565–1581, 2008.
- PAGOURTZI, E. et al. Real estate appraisal: a review of valuation methods. *Journal of Property Investment & Finance*, MCB UP Ltd, 2003.
- PAIXÃO, L. A. R. Índice de preços hedônicos para imóveis: uma análise para o município de belo horizonte. *Economia Aplicada*, SciELO Brasil, v. 19, n. 1, p. 5–29, 2015.
- PARGA, J. P. F. A. *Aglomeração espacial e o setor terciário: uma análise da estrutura espacial do emprego do setor de serviços na região metropolitana de Belo Horizonte*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Minas Gerais, 2020.
- PATRÍCIO, P. *Gentrificação e Redes Sociais: uma análise da dinâmica habitacional no Vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte*. Monografia — Graduação em Ciências Econômicas – Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.
- PEREIRA, R. H. M.; BRAGA, C. K. V. *As Condições de Acessibilidade Urbana dos Terrenos Vazios da União nos Centros Urbanos*. [S.l.], 2021. Publisher: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=37884&Itemid=7>.
- PEREIRA, R. H. M. et al. Desigualdades socioespaciais de acesso a oportunidades nas cidades brasileiras–2019. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2020.
- PLAMBEL. *O mercado da terra na Região Metropolitana de Belo Horizonte*. 2. ed. Belo Horizonte, Brasil, 1987.
- PONTES, E.; PAIXÃO, L. A.; ABRAMO, P. O mercado imobiliário como revelador das preferências pelos atributos espaciais: uma análise do impacto da criminalidade urbana no preço de apartamentos em belo horizonte. *Revista de Economia Contemporânea*, SciELO Brasil, v. 15, n. 1, p. 171–197, 2011.
- REY, S. J.; ANSELIN, L. PySAL: A Python Library of Spatial Analytical Methods. *The Review of Regional Studies*, v. 37, n. 1, p. 5–27, 2007.
- RODRIGUEZ, D. A.; MOJICA, C. H. Land value impacts of bus rapid transit: the case of bogotá’s transmilenio. *Land Lines*, 2008.

RODRÍGUEZ-POSE, A.; STORPER, M. Housing, urban growth and inequalities: The limits to deregulation and upzoning in reducing economic and spatial inequality. *Urban Studies*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 57, n. 2, p. 223–248, 2020.

ROSEN, S. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of political economy*, The University of Chicago Press, v. 82, n. 1, p. 34–55, 1974.

SALVATI, L.; CARLUCCI, M. Distance matters: Land consumption and the monocentric model in two southern european cities. *Landscape and Urban Planning*, Elsevier, v. 127, p. 41–51, 2014.

SEABOLD, S.; PERKTOLD, J. statsmodels: Econometric and statistical modeling with python. In: *9th Python in Science Conference*. [S.l.: s.n.], 2010.

SERBANOIU, I. V. Metodologia usada na avaliação específica de apartamentos para a cidade de belo horizonte. 2019.

SMITH, N. Toward a theory of gentrification a back to the city movement by capital, not people. *Journal of the American planning association*, Taylor & Francis, v. 45, n. 4, p. 538–548, 1979.

_____. *The new urban frontier: Gentrification and the revanchist city*. 1. ed. London: Routledge, 1996. 288 p.

SOJA, E. W. Para além de postmetropolis. *Revista da Universidade Federal de Minas Gerais*, v. 20, n. 1, p. 136–167, 2013.

SOUZA, J. d.; BRITO, F. Expansão urbana de belo horizonte e da rmbh: A mobilidade residencial eo processo de periferização, nos anos 80 e 90. In: CEDEPLAR, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. *Anais do XIII Seminário sobre a Economia Mineira [Proceedings of the 13th Seminar on the Economy of Minas Gerais]*. [S.l.], 2008.

TONUCCI, J. B. M. Belo horizonte: da cidade planejada à metrópole segregada [belo horizonte: From planned city to segregated metropolis]. *Anais do XIII ENANPUR–Encontro Nacional da ANPUR (Florianópolis)*, 2009. Disponível em: <<http://unuhospedagem.com.br/revista/rbeur/index.php/anais/article/view/3022>>.

TYRVÄINEN, L.; MIETTINEN, A. Property prices and urban forest amenities. *Journal of environmental economics and management*, Elsevier, v. 39, n. 2, p. 205–223, 2000.

VELOSO, A. *O ônibus, a cidade e a luta: a trajetória capitalista do transporte urbano e as mobilizações populares na produção do espaço*. 285 f. Dissertação (Mestrado) — Mestrado em Geografia – Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.

VILLAÇA, F. *Espaço Intra-Urbano no Brasil*. São Paulo: Estúdio Nobel. FAPESP, Lincoln Institute, 2001.

WEBSTER, C. J. Public choice, pigouvian and coasian planning theory. *Urban studies*, Sage Publications Sage UK: London, England, v. 35, n. 1, p. 53–75, 1998.

WOOLDRIDGE, J. M. *Introdução à econometria: uma abordagem moderna*. [S.l.]: São Paulo: Cengage Learning, 2010.

WYLY, E. Gentrification on the planetary urban frontier: The evolution of turner's noösphere. *Urban Studies*, Sage Publications Sage UK: London, England, v. 52, n. 14, p. 2515–2550, 2015.

ZHANG, R. et al. An improved spatial error model for the mass appraisal of commercial real estate based on spatial analysis: Shenzhen as a case study. *Habitat International*, Elsevier, v. 46, p. 196–205, 2015.

A Apêndice

Tabela 27: Estimacões completas para lotes vagos - Capítulo 3

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
Constante	3,5730*** (0,0449)	3,4061*** (0,1848)	4,7496*** (0,3944)
Dist. CBD	-0,0119*** (0,0028)	-0,0263*** (0,0051)	-0,0489*** (0,0139)
Acessibilidade	1,1248*** (0,1170)	0,8950*** (0,1316)	1,0332*** (0,2310)
Dist. Metrô	-0,0352*** (0,0041)	-0,0336*** (0,0056)	-0,0061 (0,0157)
Dist. Ônibus	-0,0040 (0,0044)	0,0108* (0,0059)	-0,0077 (0,0178)
Dist. Vias Art.	-0,0687*** (0,0108)	-0,0059 (0,0134)	-0,0605* (0,0360)
Dist. Escola	-0,3175*** (0,0311)	-0,2005*** (0,0325)	-0,1538** (0,0604)
Dist. Parque	-0,0991*** (0,0089)	-0,0000 (0,0106)	0,0222 (0,0276)
Área Terreno	0,0012*** (0,0000)	0,0012*** (0,0000)	0,0012*** (0,0000)
Área Terreno ²	-0,0000*** (0,0000)	-0,0000*** (0,0000)	0,0000*** (0,0000)
População	0,0000 (0,0000)	-0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)
Renda per Cap.	0,0002*** (0,0000)	0,0002*** (0,0000)	0,0001*** (0,0000)
Ano 2010	0,0969*** (0,0216)	0,0956*** (0,0206)	0,1398*** (0,0199)

Tabela 27 – Continuação da página anterior.

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
Ano 2011	0,4908*** (0,0225)	0,4944*** (0,0214)	0,4854*** (0,0199)
Ano 2012	0,6998*** (0,0233)	0,7021*** (0,0221)	0,6787*** (0,0195)
Ano 2013	0,8641*** (0,0238)	0,8801*** (0,0226)	0,8530*** (0,0185)
Ano 2014	0,8972*** (0,0248)	0,9134*** (0,0235)	0,8968*** (0,0203)
Ano 2015	0,7485*** (0,0250)	0,7788*** (0,0238)	0,8331*** (0,0215)
Ano 2016	0,7564*** (0,0264)	0,7792*** (0,0251)	0,7711*** (0,0204)
Ano 2017	0,7831*** (0,0279)	0,8075*** (0,0266)	0,7637*** (0,0247)
Ano 2018	0,6844*** (0,0269)	0,6898*** (0,0255)	0,6914*** (0,0226)
Ano 2019	0,5885*** (0,0250)	0,5824*** (0,0238)	0,6137*** (0,0230)
Ano 2020	0,6240*** (0,0275)	0,6127*** (0,0261)	0,6026*** (0,0224)
CA Básico	0,6940*** (0,0195)	0,6049*** (0,0204)	0,3829*** (0,0341)
Prop. APs Viz.		0,0803*** (0,0237)	0,0881** (0,0347)
Média Idade Viz.		0,0060*** (0,0008)	0,0047*** (0,0014)
Dist. Aeroporto		0,0058 (0,0043)	0,0019 (0,0123)
Dist. Atrat. Tur.		-0,0273**	-0,0294

Tabela 27 – Continuação da página anterior.

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
		(0,0128)	(0,0375)
Dist. Centro Saúde		-0,0123	0,0515
		(0,0174)	(0,0423)
Dist. Clube		0,0397***	0,0283*
		(0,0055)	(0,0151)
Dist. Ens. Sup.		-0,0396***	-0,0571**
		(0,0098)	(0,0284)
Dist. Equip. Cult.		0,0212*	0,0279
		(0,0118)	(0,0353)
Dist. Ferrovia		0,0425***	0,0417***
		(0,0053)	(0,0146)
Dist. Praça Local		0,0752***	0,0666
		(0,0255)	(0,0529)
Dist. Praça Reg.		0,0650***	0,0528**
		(0,0093)	(0,0259)
Dist. Shopping		-0,0586***	-0,0756***
		(0,0087)	(0,0275)
IQVU - Abastec.		0,1901***	0,0425
		(0,0701)	(0,1472)
IQVU - Cultura		0,6111***	0,6275**
		(0,1261)	(0,3013)
IQVU - Educ.		-0,5121***	-0,3805**
		(0,0716)	(0,1604)
IQVU - Esportes		-0,2253***	-0,1000
		(0,0760)	(0,1823)
IQVU - Habitação		1,0792***	1,0565***
		(0,1332)	(0,2674)
IQVU - Infraest.		-1,3274***	-2,7829***
		(0,2831)	(0,5799)

Tabela 27 – Continuação da página anterior.

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
IQVU - Meio Amb.		-0,0206	0,2234*
		(0,0649)	(0,1342)
IQVU - Saúde		0,7148***	0,5847**
		(0,1597)	(0,2938)
IQVU - Serv. Urb.		-0,3298***	0,0360
		(0,1141)	(0,2770)
IQVU - Segurança		0,0946**	0,1957*
		(0,0437)	(0,1016)
Lambda			0,0488***
			(0,0009)
N	9.934	9.934	9.934
(Pseudo) R ²	0,6840	0,7172	0,7029
R ² Ajustado	0,6833	0,7159	
Estatística F	932,8***	557,4***	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 28: Estimacões completas para apartamentos - Capítulo 3

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
Constante	4,6992***	4,1908***	4,1909***
	(0,0091)	(0,0298)	(0,0308)
Dist. CBD	-0,0204***	-0,0020***	-0,0020***
	(0,0004)	(0,0006)	(0,0006)
Acessibilidade	0,0994***	-0,0405***	-0,0406***
	(0,0084)	(0,0097)	(0,0105)
Dist. Metrô	0,0063***	-0,0010	-0,0010
	(0,0006)	(0,0008)	(0,0008)

Tabela 28 – Continuação da página anterior.

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
Dist. Ônibus	-0,0038*** (0,0005)	0,0028*** (0,0008)	0,0028*** (0,0008)
Dist. Vias Art.	-0,0184*** (0,0019)	-0,0062*** (0,0020)	-0,0062*** (0,0019)
Dist. Escola	-0,0928*** (0,0049)	-0,0695*** (0,0054)	-0,0695*** (0,0054)
Dist. Parque	-0,0304*** (0,0013)	-0,0168*** (0,0016)	-0,0168*** (0,0016)
Área Const.	0,0091*** (0,0000)	0,0090*** (0,0000)	0,0090*** (0,0001)
Área Const. ²	-0,0000*** (0,0000)	-0,0000*** (0,0000)	0,0000*** (0,0000)
População	-0,0000*** (0,0000)	-0,0000*** (0,0000)	0,0000*** (0,0000)
Renda per Cap.	0,0001*** (0,0000)	0,0000*** (0,0000)	0,0000*** (0,0000)
Idade	-0,0092*** (0,0001)	-0,0097*** (0,0001)	-0,0097*** (0,0002)
Idade ²	0,0001*** (0,0000)	0,0001*** (0,0000)	0,0001*** (0,0000)
Ano 2010	0,2161*** (0,0032)	0,2181*** (0,0032)	0,2181*** (0,0044)
Ano 2011	0,3631*** (0,0033)	0,3644*** (0,0032)	0,3644*** (0,0043)
Ano 2012	0,4719*** (0,0032)	0,4738*** (0,0032)	0,4738*** (0,0040)
Ano 2013	0,5434*** (0,0032)	0,5466*** (0,0031)	0,5466*** (0,0038)
Ano 2014	0,5573***	0,5609***	0,5609***

Tabela 28 – Continuação da página anterior.

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
	(0,0032)	(0,0031)	(0,0038)
Ano 2015	0,5250***	0,5268***	0,5268***
	(0,0033)	(0,0032)	(0,0039)
Ano 2016	0,4141***	0,4187***	0,4188***
	(0,0033)	(0,0033)	(0,0040)
Ano 2017	0,4238***	0,4259***	0,4259***
	(0,0033)	(0,0033)	(0,0039)
Ano 2018	0,3978***	0,4013***	0,4013***
	(0,0032)	(0,0032)	(0,0039)
Ano 2019	0,3422***	0,3451***	0,3451***
	(0,0032)	(0,0031)	(0,0038)
Ano 2020	0,2684***	0,2732***	0,2732***
	(0,0033)	(0,0033)	(0,0040)
P2	0,0530***	0,0518***	0,0519***
	(0,0075)	(0,0075)	(0,0104)
P3	0,1700***	0,1429***	0,1430***
	(0,0074)	(0,0074)	(0,0103)
P4	0,2489***	0,2063***	0,2064***
	(0,0077)	(0,0077)	(0,0105)
P5	0,3705***	0,3125***	0,3125***
	(0,0087)	(0,0088)	(0,0115)
Prop. APs Viz.		-0,0380***	-0,0379***
		(0,0037)	(0,0042)
Média Idade Viz.		-0,0010***	-0,0010***
		(0,0001)	(0,0001)
Média Idade Pop.		0,0105***	0,0105***
		(0,0004)	(0,0004)
Dist. Aeroporto		-0,0007	-0,0007
		(0,0006)	(0,0006)

Tabela 28 – Continuação da página anterior.

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
Dist. Atrat. Tur.		-0,0081***	-0,0081***
		(0,0016)	(0,0016)
Dist. Centro Saúde		0,0234***	0,0234***
		(0,0024)	(0,0026)
Dist. Clube		-0,0197***	-0,0197***
		(0,0009)	(0,0008)
Dist. Ens. Sup.		0,0067***	0,0067***
		(0,0015)	(0,0014)
Dist. Equip. Cult.		0,0009	0,0009
		(0,0014)	(0,0014)
Dist. Ferrovia		-0,0104***	-0,0104***
		(0,0008)	(0,0008)
Dist. Praça Local		-0,0125***	-0,0125***
		(0,0044)	(0,0044)
Dist. Praça Reg.		-0,0226***	-0,0226***
		(0,0012)	(0,0012)
Dist. Shopping		-0,0136***	-0,0136***
		(0,0011)	(0,0011)
IQVU - Abastec.		0,0278**	0,0278**
		(0,0128)	(0,0127)
IQVU - Cultura		0,1127***	0,1129***
		(0,0124)	(0,0139)
IQVU - Educ.		-0,0619***	-0,0619***
		(0,0119)	(0,0119)
IQVU - Esportes		0,1389***	0,1390***
		(0,0097)	(0,0104)
IQVU - Habitação		0,4575***	0,4575***
		(0,0179)	(0,0196)
IQVU - Infraest.		0,1890***	0,1887***

Tabela 28 – Continuação da página anterior.

	(5)	(6)	(7)
	(MQO)	(MQO)	(SAR)
		(0,0344)	(0,0349)
IQVU - Meio Amb.		-0,1949***	-0,1949***
		(0,0076)	(0,0078)
IQVU - Saúde		-0,0816***	-0,0817***
		(0,0215)	(0,0214)
IQVU - Serv. Urb.		-0,2336***	-0,2336***
		(0,0176)	(0,0190)
IQVU - Segurança		-0,0805***	-0,0805***
		(0,0068)	(0,0073)
Lambda			0,0000
			(0,0000)
N	147.730	147.730	147.730
(Pseudo) R ²	0,8569	0,8622	0,8622
R ² Ajustado	0,8569	0,8621	
Estatística F	3,16E+07***	1,812E+07***	

Fonte: Elaboração própria.