

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA APLICADA

RODGER BARROS ANTUNES CAMPOS

DOIS ENSAIOS SOBRE ECONOMIA URBANA: MERCADO IMOBILIÁRIO
RESIDENCIAL E CORPORATIVO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Juiz de Fora

2014

RODGER BARROS ANTUNES CAMPOS

**DOIS ENSAIOS SOBRE ECONOMIA URBANA: MERCADO IMOBILIÁRIO
RESIDENCIAL E CORPORATIVO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGEA/UFJF) como requisito para a conclusão do curso de mestrado.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Simões de Almeida

Juiz de Fora

2014

À minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Notadamente, agradeço a Deus pela participação contínua nessa trajetória e por ter chegado até aqui.

Como não posso me furtar de eternizar, nas linhas que se seguem, o meu eterno agradecimento à minha mãe, Ivone Barros. Agradeço pelas suas corriqueiras ligações que fizeram os mais de 400 km se tornarem centímetros, seu amor, cuidado, incentivo, enfim, em ser a pessoa mais importante em minha vida, resumidamente, minha mãe. Ainda, minhas estimas vão ao meu padrasto Paulo Cesar pela confiança, pela disposição em cooperar, demonstrando-se bom amigo.

Ainda quero lembrar-me dos amigos que nessa fase estiveram ao meu lado. Pontualmente, aqueles que não se furtaram em dar-me suporte, materializada na forma de escuta, de serviço e de preocupação: Gabriel e Mariana Oliveira, Danielle Moraes, Hildebrando Santana, Stephanie Gouvea.

Seguem também agradecimentos aos professores dos PPGEA-UFJF, por sua paciência na transmissão do conhecimento. Em especial, ao professor Eduardo Almeida pelas recorrentes reuniões e cooperações na feitura desse trabalho. Ademais, ao professor Gustavo de Barros pelos apontamentos pertinentes para a melhoria do trabalho, bem como ao professor Rogério Matos com suas contribuições pertinentes na qualificação dessa dissertação. Não me esquecendo do professor Fernando Perobelli pelas recorrentes contribuições e trabalhos conjuntos no período em que estive no Programa. Também destino meus agradecimentos à professora Flávia Chein, devido suas relevantes opiniões e ajudas fornecidas nesse e em outro trabalho.

Aos colegas da turma ingressante no mestrado em 2012, com quem aprendi, trabalhei e me diverti. Aos colegas mais próximos como Gláucia Fernandes, Verônica Lazzarini, Lívia Duarte, Eudésio Eduim, Larissa Marioni, Gabriel Vasconcelos e Vinicius Valle, meus agradecimentos.

Não posso esquecer-me do professor da Universidade Mackenzie Vladimir Maciel e Vanessa Nadalin do IPEA pela contribuição com a base de dados. O agradecimento pela ajuda técnica se estende ao amigo Gerson Rodrigues, coordenador de pesquisa da empresa Buildings, pela base de dados e geocodificação.

Por fim, concluo que não há trabalho feito apenas por duas mãos, pois foi a cooperação de varias que tornou essa dissertação um objeto tangível. Meu muito obrigado a todos!

“Na realidade, não há, como é natural, distinção entre fatos que corresponda à divisão escolástica tradicional das ciências sociais em disciplinas separadas. A análise realista de problemas nunca se pode deter nessas linhas demarcatórias.” **Gunnar Myrdal** em *Desafio à Riqueza*

“[...] os pensamentos, como todas as coisas que devem sua existência à memória, podem ser transformados em objetos tangíveis que, como a página escrita ou o livro impresso, se tornam parte do artifício humano.” **Hannah Arendt** em *A Condição Humana*

RESUMO

O mundo tem se tornado cada vez mais urbano. Esse processo de concentração populacional tem alterado a paisagem do espaço intraurbano e impactado o mercado imobiliário e as amenidades urbanas. Considerando esses fatos, o primeiro ensaio trata o problema dos fatores que impactam o preço dos imóveis residenciais verticais no município de São Paulo, objetivando especificar dois efeitos em particular: efeito vizinhança e efeito adjacência. O primeiro refere-se ao espaço em que os imóveis estão localizados e o segundo diz respeito ao transbordamento de determinados fatores analisados. Para tanto, usando um Modelo Hedônico Hierárquico Linear, foi possível explicar que existem transbordamentos espaciais entre os distritos que são capazes de influenciar o preço dos imóveis. Como resultado, encontrou-se que a variação do preço dos imóveis dentro dos distritos urbanos de São Paulo explica aproximadamente 60%, enquanto a diferença entre distritos explica aproximadamente 40% do preço médio dos imóveis. Ao considerar o modelo condicional, 89% da variação é explicada pelas características intrínsecas dentro dos distritos, ao passo que 52% da variação entre distritos é explicada pelas características extrínsecas observadas entre os distritos. Ao levar em conta o possível transbordamento espacial, 66% da variação do preço médio entre-distritos é devido às características extrínsecas. Esse fato demonstra que o espraiamento espacial reduz a variação do preço não explicada, sendo responsável por catorze pontos percentuais adicionais na explicação no modelo condicional espacial. Em resumo, o espaço em que o imóvel está localizado é de suma importância para explicar preços. Nesse sentido, o trabalho contribuiu com a literatura ao propor uma abordagem metodológica para o Modelo de Preços Hedônicos capaz de considerar as hierarquias (imóveis e distritos), e controlando o problema de dependência espacial.

No que tange ao segundo ensaio, o tema abordado é a influência do uso do solo urbano nos aluguéis corporativos na cidade de São Paulo. Tal tema está intimamente relacionado ao desenvolvimento econômico e urbano ocorrido na principal capital do país. O desenvolvimento de infraestrutura, alocação de grandes centros financeiros e corporações nacionais no município de São Paulo são alguns dos fatores que podem explicar o processo de desenvolvimento econômico da cidade. Esse desenvolvimento econômico foi e é capaz de atrair mão de obra à cidade. Enquanto as corporações procuram onde alocarem suas firmas, as famílias procuram espaço para residirem. Do fato que o uso do solo é excludente entre os agentes econômicos (firma e família), gera-se, por conseguinte, uma tensão entre estes pelo uso do solo. Tendo isso em mente, o segundo ensaio elabora um modelo empírico para explicar o impacto dessa tensão no uso do solo para a determinação dos aluguéis a serem pagos pelas empresas. Para tanto, a aplicação empírica é embasada no modelo teórico de Wheaton (2004), para o qual a renda do solo para a empresa é sensível à produtividade, ao uso do solo e à infraestrutura de transporte. Como resultado, encontrou-

se que a renda do solo para a firma é sensível ao uso do solo por parte da firma, impactando negativamente na renda, como é previsto pelo modelo teórico. Ademais, a produtividade e infraestrutura demonstram correlação negativa com a distância dos dois centros de negócios modelados (Sé e Itaim Bibi). A contribuição do trabalho está em fornecer à literatura nacional um estudo sobre o uso misto do solo e sua relação com renda da terra. Ademais, fornece embasamentos para políticas públicas de planejamento urbano. Sob a ótica privada, outra contribuição está em fornecer ao setor mecanismo que permita considerar a valorização do uso do solo ao ofertar mais imóveis para fins comerciais ou residenciais.

ABSTRACT

The world's population has been becoming urban in its majority. This process of population concentration has changed the urban landscape and impacts real estate and urban amenities. Taking into account these facts, the first essay treats the factors that impact on vertical residential price in the Sao Paulo city. The aim of this essay is to specify two effects: neighborhood effects and adjacency effects. The first effect refers to space where the residences are localized, whereas the second one refers to the spillover of factors that compose the amenities. To do this, an approach that takes into account hierarchy of the data was adopted. Using Hierarchical Linear Model and Spatial Hierarchical Linear Model we can show the presence of spatial spillover among the districts and their capability to impact prices. As result, we found that the price variation within cell explain approximately 60%, while the difference among neighborhoods explains about 40% of mean housing price. Taking into account spatial spillover, 66% of mean price variation among districts is due to extrinsic characteristics. This fact demonstrates that the spatial spillover reduces price variation not explained, accounting for 14% extra explanation when comparing the simple conditional model to spatial conditional model. As conclusion, we remark that the importance of the localization is very important to analyze housing price. Accordingly, the essay contributed to the literature by proposing an methodological approach to Model Hedonic Price that is capable to take into account the hierarchy of the data (residence and neighborhood) and controlling for spatial dependence.

The infrastructure development, allocation of large national corporation and financial center in São Paulo city are some factors capable of explaining economic development in the city. This economic development is able to attract labor force to São Paulo. While the corporations localize in the city seeking to allocate their firms, the households looks for land to live. From the fact that land use has an exclusive use among economic agents (firm and household), one generates, therefore, a tension among the agents for land use. Having this in mind, the second essay is aimed at shedding light on how this tension impacts on firm land rent. To do so, an empirical model is elaborated based on Wheaton's theoretical model. In this model, firm land rent depends on firm productivity, land use and transport infrastructure. From this theoretical model we propose an empirical model. The spatial econometric approach aims to find spatial spillovers inside the Sao Paulo city. As result, we found that firm land rent is sensitive to firm and household land use impacting negative and positively, respectively, accordingly the theoretical model. Further, productivity and infrastructure show a negative gradient as increase the distance from CBD (Se and Itaim Bibi). The contribution of this work is to fulfill the Brazilian literature gap about land use and its tension on firm land rent. Furthermore, some subsidies for urban policy making. Under private market (builders), other

contribution is to provide a mechanism that allows to take into account land use appreciation when more real estate (commercial or residential) are supplied.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE GRÁFICOS.....	xii
LISTA DE TABELAS.....	xii
INTRODUÇÃO AOS ENSAIOS.....	1
1. EFEITO VIZINHANÇA E EFEITO ADJACÊNCIA NOS PREÇOS DE IMÓVEIS RESIDENCIAIS: UMA ABORDAGEM HEDÔNICA HIERÁRQUICA ESPACIAL.....	5
1.1. Introdução	5
1.2. Economia Urbana e Teoria Econômica: do custo de transporte aos preços hedônicos	8
1.2.1. Economia Urbana e Teoria Econômica.....	8
1.2.2. Estudos empíricos.....	12
1.3. Metodologia	15
1.3.1. Abordagem Hierárquica	15
1.3.2. Abordagem Hierárquico-Espacial	18
1.4. Unidade espacial, definição das variáveis e base de dados	19
1.4.1. Unidade Espacial e Sistema de Informações Geográficas	19
1.4.2. Base de dados.....	22
1.5. Estatísticas descritivas	26
1.5.1. Análise Exploratória dos Dados Espaciais.....	28
1.6. Resultados Empíricos.....	37
1.6.1. Modelos Hierárquicos Espacial.....	37
1.6.2. Modelo Hierárquico Linear.....	43
1.7. Considerações Finais	45
1.8. ANEXO A: Estimação completa.....	47
2. USO MISTO DO SOLO INTRAURBANO E O IMPACTO NA RENDA DO SOLO SOB UMA ABORDAGEM DA FIRMA: UMA ANÁLISE PARA A CIDADE DE SÃO PAULO	49
2.1. Introdução	49

2.2.	Modelo Teórico: Uso Misto do Solo Intraurbano.....	51
2.3.	Estratégia metodológica.....	59
2.4.	Base de dados.....	61
2.5.	Estatísticas descritivas.....	68
2.6.	Resultados.....	74
2.7.	Considerações Finais.....	79
2.8.	ANEXO A: Taxonomia de modelos de regressão linear.....	81
2.8.1.	Modelo SAR.....	82
2.8.2.	Modelo SEM.....	84
2.8.3.	Modelo SAC.....	86
2.9.	ANEXO B: Outras Regressões.....	88
	REFERÊNCIAS.....	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Quadro Esquemático da Revisão de Literatura.....	8
Figura 1.2	Divisão geográfica do Município de São Paulo.....	21
Figura 1.3	Mapa de <i>Cluster</i> dos preços de lançamento.....	32
Figura 1.4	Mapa de <i>Cluster</i> da área útil.....	33
Figura 1.5	Mapa do Número de andares.....	34
Figura 1.6	<i>Cluster</i> densidade populacional.....	35
Figura 1.7	<i>Cluster</i> de área verde.....	35
Figura 1.8	<i>Cluster</i> da taxa de homicídio.....	35
Figura 1.9	<i>Cluster</i> densidade de hospital.....	35
Figura 1.10	<i>Cluster</i> da estrutura.....	35
Figura 1.11	<i>Cluster</i> densidade de estabelecimento.....	35
Figura 1.12	<i>Cluster</i> densidade de emprego.....	36
Figura 1.13	<i>Cluster</i> cultura.....	36

Figura 1.14 <i>Cluster</i> biblioteca	36
Figura 2.1 Clusters de Emprego	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 Preço mediano (reais de 2000) da área útil por submercado	27
Gráfico 1.2 Área útil (m ²) mediana por submercado	28
Gráfico 2.1 Diversidade da Base Econômico em relação aos CBDs.....	68
Gráfico 2.2 Densidade de Emprego e Composição da Indústria em relação aos CBDs.....	68
Gráfico 2.3 Força de Trabalho em relação aos CBDs	69
Gráfico 2.4 Dispersão acumulada do emprego e população.....	69
Gráfico 2.5 Densidade do emprego e população em relação à Sé (Km)	70
Gráfico 2.6 Taxa de crescimento área de terreno consumido por agente econômico	71
Gráfico 2.7 Consumo absoluto de área de terreno por agente econômico	73
Gráfico 2.8 Preço médio por m ² em relação a Sé (Km)	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 Descrição das variáveis.....	24
Tabela 1.2 Distritos com maior concentração de empregados	25
Tabela 1.3 Agrupamento por padrão	26
Tabela 1.4 Características médias dos padrões.....	26
Tabela 1.5 Parâmetro e Decomposição de Variância para o Modelo Anova	37
Tabela 1.6 Parâmetros e Decomposição de Variância para o Modelo Condicional	38
Tabela 1.7 Parâmetros e Decomposição de Variância para o Modelo Condicional Espacial	44
Tabela 2.1 Uso do solo por tipologia H.....	63
Tabela 2.2 Estatísticas descritivas: distritos no Município de São Paulo.....	68
Tabela 2.3 Resultados da Análise de Renda do Solo.....	74

INTRODUÇÃO AOS ENSAIOS

Segundo o relatório das Nações Unidas, mais da metade da população mundial está vivendo nos centros urbanos. Este crescimento urbano tem gerado o interesse sobre o processo de urbanização e desenvolvimento sustentável das cidades. A urbanização pode ser vista como sendo um reflexo da transformação da economia nacional, isto é, um redirecionamento da mão de obra do setor agrícola em direção à indústria e/ou setor de serviços localizados nas cidades.

A urbanização (aqui compreendida como proporção de pessoas vivendo em áreas urbanas) pode ser vista de forma dual. Essa dualidade reside no fato de que o processo de urbanização gera externalidades positivas e negativas. Enquanto mais pessoas juntas podem contribuir com a geração de economias de aglomeração, mas, ao mesmo tempo, geram problemas urbanos, tais como congestionamento, crime, favelas, poluição, etc.

No cenário internacional, a cidade de São Paulo é a 4ª maior cidade em termos populacionais, perdendo apenas para Tóquio (35,83 milhões), Nova Iorque (19,18 milhões) e Cidade do México (19,18 milhões), segundo dados da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SMDU) em 2008. Quando se considera o Produto Interno Bruto (2008), fazendo um ajuste para o custo de vida de cada país¹, o *ranking* que considera as 15 maiores cidades do mundo apresenta a seguinte ordem: 1º Tóquio (US\$ 1.479 bilhões), 2º Nova Iorque (US\$ 1.406 bilhões), 3º Los Angeles (US\$ 792 bilhões), em 10º São Paulo (US\$ 388 bilhões). O PIB de São Paulo supera o de cidades como Washington DC, Boston, Buenos Aires, Dallas e Moscou. Todavia, quando a análise da produção é per capita (PIB per capita), São Paulo ocupa a última posição do *rank* (US\$ 20,3 mil).

A cidade, dentro do cenário populacional nacional, é a maior cidade do Brasil. O município de São Paulo agrega uma população total de 11.353.750, representando 6% da população nacional. Quando a comparação é feita dentro do estado de São Paulo, a população do município representa 27% da população do estado e 57% da população da região metropolitana (SMDU/Dipro)². Segundo a SMDU, o crescimento demográfico do município foi de 8% entre 2000-2010, enquanto o crescimento demográfico nacional foi de 12% neste mesmo período. De acordo com a Secretaria, a população municipal, em 2020, chegará a 11.754.736 de habitantes, 4% superior a população de 2012.

Ademais, a cidade concentra grande parte do Produto Interno Bruto (PIB). O PIB municipal representa 11,7% da produção nacional, 35% do PIB do estado de São Paulo e 63,2% do PIB da região metropolitana do município (IBGE/CENSO, 2010).

¹ PIB-PPP: Produto Interno Bruto, ajustado pelo poder de paridade de compra (Purchasing Parity Power, em inglês)

² Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano/ Departamento de Estatística e Produção de Informação

Focando as cidades nacionais, o município de São Paulo tem sido palco desse processo de urbanização, seja pela busca de emprego, pela busca de serviços (públicos ou privados) ou pelo fato da cidade ser receptora de escritórios nacionais e multinacionais. Entre as cidades mundiais, a cidade encontra-se entre as 15 maiores do mundo em termo de PIB per capita, PIB e população. Estes fatos, conjuntamente, justificam a relevância da escolha da cidade de São Paulo como a área de estudo para o desenvolvimento deste trabalho.

Sob a perspectiva do mercado imobiliário, é importante sublinhar a estrutura urbana e seu impacto nos bens imobiliários e na renda da terra, uma vez que o padrão de crescimento das cidades sofre alterações qualitativas e quantitativas ao longo do tempo. Por exemplo, tem sido comum o espraiamento das cidades e o processo de desconcentração espacial dos centros de negócio numa escala intra-urbana gerando, assim, a formação de sub-centros. Como resultado, tem-se uma nova distribuição espacial do emprego e das residências.

Portanto, é necessário levar em consideração os fatores que compõem o espaço. Pois estes, infraestrutura, serviços, etc., influenciam diretamente na determinação do preço das residências.

Considerando o mercado habitacional de uma cidade com mais de 11 milhões de habitantes, com uma grande oferta de infraestrutura (saneamento, ruas, etc.), serviço (educação, saúde, segurança, lazer, etc.) e externalidades negativas (congestionamento, poluição, criminalidade, etc.), a análise da dinâmica temporal e espacial de preços de imóveis se torna ainda mais complexa. Portanto, além das características do imóvel *per se*, devem-se considerar as forças provenientes do processo de aglomeração urbana, as quais refletem na configuração do espaço urbano e, por conseguinte, nos preços dos imóveis.

Ademais, além da inerente complexidade do mercado imobiliário, no que se refere ao bem “residência”, é ponto pacífico que o bem apresenta uma grande importância na vida das pessoas, por ser o ativo de maior custo na cesta de consumo e está, intrinsecamente, relacionado à dignidade humana. Some-se, também, o fato de que o acesso à moradia configura, por conseguinte, o acesso aos bens públicos ofertados na cidade. Estes fatos conjuntamente conferem um cunho social ao bem.

O dinamismo urbano está fortemente correlacionado com o desenvolvimento econômico. Pela análise histórica descrita em Szmrecsányi (2004) e Meyer e Biderman (2004), pode-se afirmar que a pressão por parte da firma precedeu a pressão residencial. Em outras palavras, sustenta-se que, na cidade de São Paulo, a urbanização se dá a partir de um forte desenvolvimento das firmas, para num segundo momento incorrer num aumento significativo de demanda por espaço habitacional.

O uso do solo para firmas e famílias pode ser compreendido, segundo Wheaton (2004), como sendo uma tensão de forças entre firma e família, uma vez que o espaço é limitado: local usado para um fim implica na impossibilidade de uso para outro fim, simultaneamente. Desse comportamento no espaço intraurbano surge o segundo ensaio dessa dissertação, onde se buscou analisar a influência do uso do solo sobre os aluguéis cobrados das empresas.

Historicamente, a cidade de São Paulo perde sua característica econômica essencialmente industrial, abrindo espaço para o setor de serviços (terciário), o que altera não somente a paisagem urbana, mas também o sistema de preços da terra (LEMOS, 1988). Segundo Meyer e Biderman (2004), o setor terciário se moveu do centro antigo da cidade de São Paulo (região da Sé) em direção à Avenida Paulista nos anos 1960. Entre 1970-1980 espalhou-se pela região da Avenida Faria Lima, Itaim e Marginal Pinheiros. E na década de 90, Vila Olímpia e Avenida Luis Carlos Berrini tornaram-se pólos de emprego na cidade. Nos anos 2000, nota-se ainda o espalhamento mais recente em direção da Vila Leopoldina.

Sob a ótica da firma, buscou-se compreender como essa tensão por um bem escasso e excludente, como o uso do solo, impacta na determinação dos aluguéis no município de São Paulo. Ademais, é possível quantificar o impacto da aglomeração sobre os aluguéis, respondendo se distritos com maior uso do solo voltado às firmas apresentam aluguel maior ou menor, face àqueles que concentram o uso do solo para fins residenciais.

Ao considerar as características dos imóveis e o espaço físico em que estes se localizam (considerando os fatores de infraestrutura, serviços e externalidades negativas e positivas), bem como as interações espaciais desses fatores, a análise dos determinantes de preços dos imóveis residenciais e dos aluguéis corporativos torna-se complexa. Portanto, o ponto de contato entre os dois ensaios se dá ao sublinhar que as firmas ofertando serviços, infraestrutura e externalidades negativas impactam sobre o preço das moradias. Num processo de causalidade reversa, o uso do solo para fins residenciais também impactam na renda da terra.

Levando em consideração a complexidade supracitada, o primeiro ensaio da dissertação discorre sobre os determinantes do preço de venda dos imóveis residenciais e o impacto dos efeitos de vizinhança e de adjacência no preço. Sob a abordagem metodológica do Modelo Hedônico Hierárquico Linear Espacial foi possível considerar a hierarquia dos dados (características dos imóveis e características das vizinhanças), mensurando o impacto que cada hierarquia exerce sobre o preço.

A relevância do trabalho decorre da importância do bem sob estudo, tanto no que tange à moradia quanto sua importância na composição de investimentos, bem como servir de instrumento

para formulação de políticas públicas ao fornecer informações comportamentais do mercado em foco. Adicionalmente, o estudo contribui ao propor uma metodologia mais adequada, considerando a hierarquia dos dados conjuntamente ao tratamento da dependência espacial e, também, ao lançar luz sobre a importância do efeito de vizinhança e de adjacência sobre o preço.

Em relação ao segundo ensaio, o foco se voltou à utilização mista do solo e seu impacto nos aluguéis sob a ótica da firma, utilizando o modelo teórico proposto por Wheaton (2004). Ao notar o espraiamento das firmas pelo município de São Paulo, como descrito por Meyer e Biderman (2004), buscou-se testar a estrutura teórica proposta por Wheaton para uma cidade real. Para tanto, é elaborado um modelo econométrico empírico, incorporando a produtividade e a acessibilidade, encontradas no espaço urbano em estudo. A questão do uso misto do solo ganha relevância ao demonstrar que existe uma concorrência entre os agentes econômicos pelo uso do solo. A importância do estudo também é sublinhada ao notar que muitas políticas públicas de planejamento urbano delimitam a utilização do solo no espaço intraurbano. Vale a pena ressaltar outro aspecto importante desta discussão: a possibilidade das incorporadoras internalizarem à sua tomada de decisão a oferta própria de produtos (escritórios e/ou residências) e a oferta de seus concorrentes a fim de arbitrar com a variação da renda do solo.

Quanto ao método utilizado para captar o impacto do espraiamento e da concorrência por uso do solo utilizou-se o método de econometria espacial, buscando a compreensão de possíveis transbordamentos entre os distritos.

A dissertação completa-se retomando os resultados principais das análises e sublinhando como os dois ensaios se coadunam nas considerações finais desta.

1. EFEITO VIZINHANÇA E EFEITO ADJACÊNCIA NOS PREÇOS DE IMÓVEIS RESIDENCIAIS: UMA ABORDAGEM HEDÔNICA HIERÁRQUICA ESPACIAL

1.1.Introdução

O mercado imobiliário tem sido extensamente estudado, tanto no Brasil quanto no mundo. Como motivo desse interesse é possível elencar o fato de ser o imóvel o ativo de valor mais alto no que tange às finanças pessoais e a importância social do bem em abrigar as famílias.

No Brasil a política nacional de incentivo à habitação remonta aos anos 40 do século passado. Segundo o Ministério das Cidades (2011), as iniciativas de políticas nacionais de habitação lançadas envolvem a Fundação Casa Popular (1946), o Sistema Financeiro Habitação (1964) e a criação do Banco Nacional de Habitação (1964) e do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS). Entre 1986-2003 várias mudanças ocorreram no que diz respeito às políticas públicas direcionadas à habitação (mudanças de ministérios e diferentes atuações da Caixa Econômica Federal).

Com a criação do Ministério das Cidades, em 2003, aprova-se a Política Nacional de Habitação, instituindo o Programa do Sistema de Habitação de Interesse Social, utilizando recursos do FGTS (CEF, 2012). Em 2007, com a criação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), o bem habitação ganha destaque, devido ao objetivo de expandir a moradia populacional e incentivar o setor da Construção Civil. Nesse mesmo período, o crédito imobiliário volta a fazer parte da linha de crédito dos bancos privados (SECOVI, 2012). Em 2008, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV)³ entra em vigor, promovendo incentivo para a compra de moradia para as pessoas de renda mais baixa.

O Estado de São Paulo, em seu Plano Plurianual (PPA), também foca no setor imobiliário residencial. O Plano destaca programas como Provisão de Moradias, Requalificação de Moradias e de espaço urbano. Com isso, pode-se perceber uma preocupação tanto federal quanto estadual em incentivar a provisão de imóveis residenciais.

Embora tais incentivos buscassem atingir, prioritariamente, as classes mais baixas, não excluíram as demais famílias de outras classes sociais. Ademais, a redução da taxa de juros Selic contribui como catalizador da oferta dos imóveis, bem como a valorização das ações das construtoras, fornecendo, por conseguinte, acesso a financiamento e crédito com menor custo.

Segundo o Secovi, o período de 2007-2009 foi o período do *boom* imobiliário no Município de São Paulo (MSP). Destacando a abertura de IPO e fusões das grandes construtoras. Enquanto em

³ O programa gerido pelo Ministério das Cidades e operacionalizado pela CEF, buscando atender famílias com renda mensal de até R\$ 1.600,00. No Município de São Paulo, o subsídio poderia alcançar a marca de R\$ 25 milhões. O valor da avaliação do imóvel deve se enquadrar no intervalo entre R\$ 350 mil e R\$ 500 mil, ao passo que a faixa do financiamento encontra-se entre R\$ 240 mil e R\$ 450 mil.

2006 (janeiro-outubro) foram financiados R\$ 7.555 bilhões, em 2007 o financiamento (no mesmo período do ano) foi de R\$ 14.168 bilhões, em que 47,7% deste montante esteve voltado para produção, 12,4% para aquisição de imóveis novos e 39,9% para aquisição de imóveis usados. Em 2008, devido à incerteza gerada pela crise do *subprime* nos Estados Unidos, foram lançadas 34,5 mil unidades e vendidas 36,6 mil unidades. Em 2009, mesmo num ambiente de incerteza macroeconômica, as construtoras lançaram 31,6 mil unidades no MSP. No ano de 2010 as incorporadoras retomaram o otimismo e lançaram 38,2 mil unidades (sendo vendidas 35,9 mil unidades) e 38,1 em 2011 (sendo vendidas 28,3 mil unidades). Em 2012 foi o ano de ajuste de oferta e da demanda por imóveis no MSP, lançando e vendendo, 27,8 e 27 mil unidades, respectivamente. (SECOVI, 2012)

Do exposto acima, é possível inferir um mercado aquecido e que movimenta alta quantidade no mercado nacional e, também, no MSP. Portanto, sob uma abordagem microeconômica, é importante entender os fatores estruturais que influenciam o preço desses imóveis, isto é, sua composição (número de quartos, banheiros, etc.) e localização.

A literatura de economia urbana é vasta, tanto no sentido teórico quanto empírico. Dentro dessa literatura, Arnot (1987), Can (1992) e Anselin (1998)⁴ destacam o caráter espacial do mercado de habitação. Ademais, segundo Furtado (2009), muitos estudos não buscaram entender a função da percepção que as famílias e/ou firmas tem de determinada localidade, isto é, debruçaram-se em estimar a distância a determinados pontos (centro de negócios, avenidas, centros de saúde, etc.), deixando de fora a compreensão da unidade espacial. Dentro dessa percepção é que as amenidades ganham importância para determinar geograficamente o preço dos imóveis.

Nesse sentido, torna-se necessário estudar os fatores espaciais capazes de afetar o preço. E assim, buscando superar a limitação dos modelos microfundamentados tradicionais (ALONSO, 1964; MUTH, 1967, 1972; MILLS, 1972), Brueckner *et al.* (1999) trazem à tona a questão das amenidades, isto é, as qualidades inerentes ao espaço geográfico capazes de alterar o vetor dos preços dos imóveis, embora, ainda, medidas em função das distâncias euclidianas. Trabalhos utilizando uma abordagem empírica espacial, como Can (1992), Kim, Phipps e Anselin (2003) e Furtado (2009), também partem da premissa que as amenidades são capazes de afetar os determinantes de preço do mercado imobiliário, mas buscam entender as amenidades como uma característica homogênea distribuída no espaço.

⁴ Outras características dos imóveis elencadas por Anselin (1998): alto custo da oferta, durabilidade e heterogeneidade do bem. Para Arnot (1987), o bem cumpre uma necessidade, representando o item mais importante de consumo de uma família, além de possuir uma natureza indivisível deste, além de um caráter heterogêneo, multidimensional e durável.

Como o município de São Paulo não é homogêneo em toda sua extensão e as amenidades se distribuem segundo vários fatores, convém dividir esse espaço em determinados polígonos, convencionalmente denominados por vizinhança na literatura. Segundo Megbolugbe e Hoek-Smit (1996), considera-se uma vizinhança: (a) área homogênea que reparte características geográficas e imobiliárias; (b) áreas com coesão no sentido de identidade, organização política ou social; (c) sub-mercados imobiliários onde as moradias são consideradas bens substitutos; (d) pequenas unidades territoriais.

Portanto, nesse ensaio objetiva-se estudar os determinantes dos preços dos imóveis residenciais no município de São Paulo, considerando que a determinação do preço envolve não apenas fatores estruturais do imóvel – características intrínsecas (CI) –, mas existem fatores externos (amenidades) – características extrínsecas (CE) – que são capazes de alterar os preços.

Primeiramente, a fim de elucidar os fatores externos é preciso ressaltar a identificação de dois fatores espaciais, em consonância com o trabalho de Can (1992):

- 1- Efeito Vizinhança (EV)
- 2- Efeito Adjacência (EA)

O primeiro se refere ao impacto que as amenidades, na área em que o imóvel está espacialmente localizado, exercem sobre o preço dos imóveis. O segundo diz respeito ao efeito transbordamento absoluto que as demais vizinhanças exercem sobre aquela em que o imóvel, especificamente, está sendo analisado.

A compreensão desses fenômenos (EV e EA), todavia, solicita uma abordagem metodológica específica capaz de considerar as CI e CE, isto é, as características dos imóveis e as características das amenidades. Dentro desse ponto específico, a contribuição deste ensaio à literatura empírica está em aplicar uma abordagem hedônica com dois níveis hierárquicos, considerando os efeitos espaciais. Para tanto, utiliza-se o modelo hierárquico linear espacial (MHLE), conforme proposto por Morenoff (1999, 2003).

Resumidamente, o apelo metodológico de compreender o impacto de ambos os efeitos advém da capacidade que estes têm em amplificar o resultado de incentivos e/ou alterações geradas em determinado espaço, sejam positivas ou negativas, sendo capazes de alterar o sistema de preços dos imóveis no espaço intraurbano e, por conseguinte, o padrão locacional.

Com estes objetivos, este ensaio está organizado em seis seções. A seção seguinte trata da revisão de literatura, com ênfase nos trabalhos que aplicam modelagem hierárquica e de econometria espacial. A seção 3 apresenta analiticamente o modelo hierárquico linear e o modelo hierárquico espacial. A quarta seção apresenta a unidade espacial do trabalho, as variáveis do

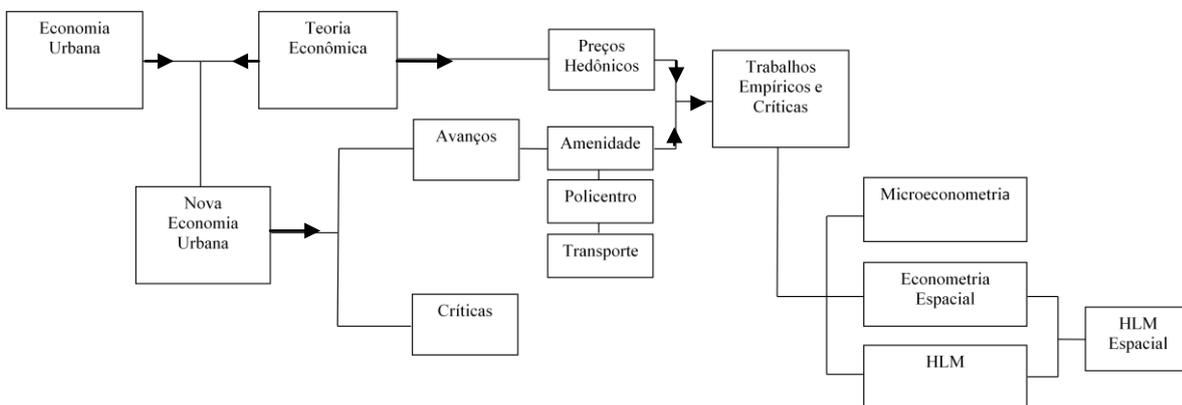
modelo e a base de dados. A seção 5 apresenta os resultados empíricos para os dois modelos. Derradeiramente, as considerações finais e possíveis extensões são expostas na seção 6.

1.2. Economia Urbana e Teoria Econômica: do custo de transporte aos preços hedônicos

A formação dos preços de imóveis vai além do custo de produção, combinando-se às externalidades que cercam o objeto. Dentre as externalidades, a localização se coloca como ponto importante para entender a valorização dos imóveis. A localização é o ponto de intersecção entre as áreas de estudo de mercado imobiliário, economia urbana e teoria econômica. Entretanto, ao longo do desenvolvimento do estudo da economia urbana, outras características ganharam importância, como as amenidades, múltiplos centros, desenvolvimento dos meios de transporte, etc.

Esta seção se inicia com uma breve descrição da síntese do modelo Alonso-Muth-Mills proposta por Brueckner (1987), o avanço nos modelos da Nova Economia Urbana (NEU) e algumas limitações são sublinhadas. Aborda-se, brevemente, o problema para a Teoria Econômica quando se trabalha com bens heterogêneos. Logo após, busca-se lançar luz sobre a questão empírica, expondo alguns trabalhos na literatura internacional e nacional, permeando com ressalvas quanto à limitação dos métodos. Na Figura 1.1 encontra-se um quadro-esquemático da discussão da revisão de literatura.

Figura 1.1 Quadro Esquemático da Revisão de Literatura



Fonte: elaboração própria.

1.2.1. Economia Urbana e Teoria Econômica

No que tange à localização, o problema é trazido à Economia Urbana no trabalho seminal de von Thünen (1826). Embora o foco da teoria da localização estivesse nas interpretações das decisões empresariais sobre o melhor lugar para localizar a firma numa economia de mercado, sua preocupação se assentava no custo de transporte, em que a escolha da localização numa cidade monocêntrica se daria onde houvesse minimização dos custos ou maximização do lucro.

A partir da agenda proposta por von Thünen (1826), Alonso (1964), Muth (1967 e 1972) e Mills (1972) contribuem para o modelo Alonso-Muth-Mills (AMM). O modelo trata dos fatores que determinam a estrutura interna das cidades, lançando luz sobre a localização das famílias e residências na área intra-urbana. É importante ressaltar que para os teóricos que dão início à Nova Economia Urbana, os imóveis são tratados como bens homogêneos, isto é, trabalham sob a abordagem microeconômica clássica de mercado competitivo. Tomando os modelos de Alonso, Muth e Mill, Brueckner (1987)⁵ propõe o que se convencionou chamar de Síntese Neoclássica Espacial, podendo-se observar a localização espacial dos agentes por meio dos equilíbrios de demanda e oferta.

As famílias levam em consideração a maximização da utilidade e, com isso, o agente busca maximizar a utilidade do bem habitação. A escolha entre bens compostos e bem habitação está sujeita a uma restrição orçamentária que leva em consideração o custo do transporte de uma viagem até o chamado *Central Business District* (CBD)⁶ e o preço do aluguel do bem habitação. Embora os consumidores se aloquem em diferentes pontos para obter o equilíbrio, é requerido que a utilidade entre eles seja a mesma. Resolvido o problema das famílias, tem-se que o preço do aluguel depende negativamente do custo de transporte, uma vez que o tamanho dos imóveis é o mesmo⁷. As firmas ofertam habitação utilizando os insumos terra e capital. A função estabelecida permite que se aborde aluguel de moradia e aluguel da terra, assim como medir a verticalização da moradia – capital dividido por terra. Resolvido o problema da firma, tem-se que o aluguel da terra urbana e a verticalização das moradias caem à medida que a distância aumenta do centro de negócio, bem como a densidade populacional.

A análise do mercado imobiliário na NEU estava restrita aos preços, acessibilidade e custo de transporte ao centro de negócios. O avanço na NEU em relação à síntese proposta em Brueckner (1987) advém da busca em estilizar modelos mais realistas: a presença de mais centros de negócios retratada em Fujita e Ogawa (1982), a inserção do conceito de amenidades proposto por Brueckner, *et al.* (1999) e a utilização mista da terra para fins comerciais e residenciais, estabelecida em Wheaton (2004).

⁵ As hipóteses assumidas por Brueckner (1987) para estilizar a cidade: a) existe apenas um centro de negócios para onde todos os habitantes se deslocam, b) todos os consumidores tem a mesma renda, c) tem a mesma utilidade, d) mesmo custo de transporte que depende da distância, e) utilidade fixa (dado que os consumidores são idênticos).

Na síntese, Brueckner também trata do trade-off entre a terra para agricultura e para moradia o que não é retratado acima, do fato que a cidade de São Paulo não enfrenta tal questão.

⁶ No modelo AMM os empregos estão concentrados nos centros de negócios da cidade ou os CBD escolhido *a priori*.

⁷ No equilíbrio do modelo AMM pode-se inferir que aumento no distanciamento da habitação em relação ao centro deve incorrer numa redução no preço do imóvel. Dado que o consumo de residências é uma função crescente da distância, os consumidores acabam demandando imóveis maiores para se distanciarem dos centros de negócios (CBD).

Fujita e Ogawa (1982) apresentam uma alternativa ao modelo de Alonso (1964) ao propor uma cidade cujo centro de negócios não é estabelecido *a priori*. Ademais, os autores assumem uma cidade com múltiplos centros de negócios (policêntrica). Os autores consideram um mercado de economia fechada, número fixo de trabalhadores, cada um destes consome um bem numerário e uma residência de tamanho fixo. É assumido também um número fixo de firmas. O custo de transporte dos trabalhadores para o emprego é constante por unidade de distância e os agentes são tomadores de preço. Como Fujita e Ogawa pretendem examinar a formação da cidade pela interação das forças de aglomeração e de desaglomeração, utilizam-se do conceito de economias de escala. Assim, se o custo de transporte é muito alto, o padrão espacial da cidade é variado, e todos os trabalhadores vivem próximos aos seus locais de trabalhos; se o custo de deslocamento é muito baixo e decai a uma taxa pequena, então o benefício da aglomeração domina e a cidade é monocêntrica. Se o custo de transporte, por sua vez, é moderado e decai a uma taxa alta, então o equilíbrio é policêntrico. Resumidamente, embora mais complexo e realista que o modelo AMM, o preço do aluguel tende a decrescer com o distanciamento dos centros de negócios.

Brueckner *et al.* (1999) trazem à Síntese Neoclássica Espacial o conceito sobre amenidades determinado pelo nível de renda das famílias, e estas determinam sua posição no espaço. As amenidades capazes de mudar o padrão espacial são definidas como amenidades naturais (incluem características topográficas como rios, montanhas, etc.), amenidades históricas (monumentos, prédios, parques e outras infraestrutura urbanas antigas) e amenidades modernas (restaurantes, teatros, modernas instalações públicas – piscinas, quadras de tênis, etc.). Para os autores, as duas primeiras amenidades são consideradas exógenas, enquanto a última é entendida como endógena devido à dependência dos padrões econômicos correntes da vizinhança. A teoria mostra que a locação relativa dos diferentes grupos de renda está em função do padrão espacial das amenidades na cidade. Isto é, regiões centrais com amenidades positivas em relação ao subúrbio tendem a concentrar ricos. Já em regiões centrais com amenidades fracas ou negativas, os ricos tendem a se localizar na periferia da cidade. Para Brueckner *et al.* (1999), o modelo AMM é insatisfatório⁸ para explicar a complexidade do mundo real. Portanto, pode-se considerar o modelo de Brueckner como uma extensão do AMM.

⁸ Outras críticas às abordagens teóricas do modelo AMM tem sido apontadas: Wheaton (1977a,b) ao encontrar uma relação constante na taxa custo de deslocamento (t)/consumo de residências (q) sugere que não é possível explicar o padrão de localização via diferenças de taxas entre grupos de renda. LeRoy e Sonstelie (1983) relata o fato que a alteração do meio de transporte pode alterar a relação entre (t/q) e portanto mudar o padrão espacial de localização dentro da cidade. Kern (1981) aponta para alteração das preferências como mecanismo de alteração do padrão locacional. Arnott (1987) critica as hipóteses da função de produção por não considerar a mão de obra nem as hipóteses do mercado não-competitivo. Anas, Arnott e Small (1998) apontam que o equilíbrio na Síntese Neoclássica Espacial é Pareto-ótima devido à inexistência de externalidades; ademais, as decisões do uso da terra estão atreladas, totalmente, ao *trade-off* entre maior espaço e custo de transporte e, acrescentam às limitações a falta do efeito aglomerativo na análise, o fato da análise ser estática e não considerar a durabilidade do bem.

Por sua vez, Wheaton (2004) contribui para o estudo do padrão locacional intraurbano considerando que o uso do solo não está limitado às zonas ou anéis exclusivos, para tanto propõe que o uso da terra seja misto. O modelo se assenta sobre o *trade-off* entre força de aglomeração e congestionamento. Para Wheaton (2004), alta força aglomerativa implica em emprego concentrado, grandes distâncias de deslocamento e, por conseguinte, altos níveis de congestionamento. Entretanto, se os efeitos de aglomeração forem baixos resulta numa dispersão dos postos de trabalho, a distância de deslocamento tende a ser nula (trabalhadores escolhem lugar mais próximo para trabalhar) e inexistência de congestionamento.

Além da acessibilidade, custo de transporte e amenidades propostas pelos economistas urbanos, as características do próprio imóvel, intrínsecas, são apresentadas na literatura como fatores que determinam o preço do bem. Entretanto, até início dos anos 30 do século XX não havia como medir variações na qualidade do produto, utilizando da abordagem microeconômica clássica.

Segundo Sartoris (1996), o modelo de preços hedônicos surge das críticas feitas por Lancaster (1966) à abordagem neoclássica. Dentro da microeconomia clássica, a inclusão de novos bens dentro de uma economia implica em inconvenientes ao compararmos um mercado com menos bens com outro onde existem mais bens. Isto é, assumir alteração de uma característica culmina na existência de outro bem, tendo por resultado o aumento do espaço de bens e, portanto, faz-se necessário substituir a função de utilidade anterior por outra. Outra fraqueza da teoria microeconômica clássica é quanto à qualificação dos bens como complementar ou substituto, exigindo que se considerem as características dos bens.

Empiricamente, Court (1939) foi o pioneiro nesse tipo de trabalho ao desenvolver uma pesquisa para General Motors nos EUA, ao passo que Griliches (1971) aplicou a metodologia para um novo estudo sobre o mercado automobilístico. Embora a metodologia fosse utilizada, não havia uma teoria que a embasasse, o que foi resolvido com o trabalho de Lancaster (1966).

O trabalho de Lancaster (1966) soluciona o problema ao estabelecer que a utilidade não seja função direta dos bens que os consumidores adquirem, mas das características do próprio bem⁹. Essa abordagem ficou conhecida como modelo Court-Griliches-Lancaster (MCGL) ou modelo de preços hedônicos (MPH).

Simple e resumidamente, o modelo de preços hedônicos é uma função que relaciona o preço de um bem heterogêneo aos seus atributos. Portanto, o estabelecimento dessa teoria serviu de base para o estudo empírico dos modelos de Economia Urbana. O apelo para estimar o mercado

⁹ Ver LANCASTER (1966 e 1971), HENDLER (1975), SARTORIS (1996).

imobiliário com o MPH se assenta no fato da inexistência de mercados explícitos para algumas amenidades (mercado de poluição, áreas verdes, por exemplo).

Empiricamente, o MPH era modelado com apenas uma equação hedônica (demanda ou oferta) estimada por mínimos quadrados ordinários (MQO). A crítica de Rosen (1974) à abordagem anterior se assenta no fato de não considerar a endogeneidade presente dos modelos em decorrência da determinação simultânea das equações de oferta e de demanda de imóveis, e propõe estimar tais equações por um processo de dois estágios. No primeiro estágio, busca-se estimar o preço em função das características intrínsecas sem considerar as variáveis exógenas que afetam explicitamente a demanda ou a oferta. Considera-se que o preço estimado da característica de interesse, no segundo estágio, uma variável endógena, sendo que esta estratégia é semelhante a uma estimação utilizando modelo de equações simultâneas.

Portanto, o MPH permite o estudo do comportamento do mercado implícito a partir da observação das características implícitas do bem. Embora o modelo resolva a possibilidade de estimar o preço de determinado produto cujas características possam ser alteradas, o MPH apresenta algumas deficiências: não determina os critérios que revelam quais qualidades do bem devem ser elencadas. Ademais, não se encontra consenso na literatura sobre quais características determinam o preço dos imóveis nem sobre a forma funcional desta relação.

Em resumo, utilizando os *insights* fornecidos pelos teóricos da Nova Economia Urbana e seus críticos (custo de deslocamento, amenidades, múltiplos centros de negócios) e a abordagem de Preços Hedônicos, é possível estudar o mercado imobiliário residencial.

1.2.2. Estudos empíricos

Na literatura internacional, muitas críticas foram feitas aos métodos econométricos usados para estimação. Rosen (1974), Follain e Jimenez (1984) focaram na questão da simultaneidade, Quigley (1986) e Heckeland, *et al.* (2002) destacaram o problema de identificação do modelo. Epple (1987) demonstra a possibilidade de superar o problema da identificação ao estabelecer multimercados ou sub-mercados.

Outro problema trazido pela literatura de preços hedônicos reside no fato de que, por conta dos dados serem inerentemente espaciais, eles costumam ser espacialmente dependentes. Portanto, uma abordagem mais apropriada é a que leva em conta a importância do espaço na determinação dos preços dos imóveis (CAN, 1992, 1998; ANSELIN, 1998). Desconsiderar a influência do espaço afeta a magnitude das estimativas, sua significância, bem como pode levar a má interpretação dos testes e heterocedasticidade (ANSELIN, 2003).

O primeiro trabalho a tratar preços hedônicos como um problema espacial foi Dubin (1988, 1992), modelando o efeito espacial pela abordagem *kriging*. Por sua vez, Can (1990 e 1992) aborda o efeito vizinhança e efeito adjacência, incorporando a heterogeneidade espacial num modelo geoestatístico.

Alguns artigos mais recentes que consideraram os efeitos da dependência espacial e utilizaram a abordagem de econometria espacial aplicada ao mercado imobiliário podem ser vistos em Kim, Phipps e Anselin (2003) – tratam do impacto ambiental na determinação do preço. Baumont (2004, 2007) e Baumont e Legros (2009) – examinam o efeito de políticas públicas de habitação e reestruturação urbana. Por sua vez, Osland (2010) e Bourassa, Cantoni e Hoesli (2010) fazem uma comparação entre os distintos métodos de econometria espacial.

Embora esses trabalhos se valham de econometria espacial para controlar a heterogeneidade e autocorrelação espacial, ignoram o caráter hierárquico da análise do mercado imobiliário. Em outras palavras, dada a característica fixa do bem “habitação”, este está localizado num bairro, que por sua vez está localizado num distrito, conseqüentemente numa zona dentro da cidade, etc. Portanto, ao estabelecer uma função de único nível para as características dos imóveis e as características da vizinhança, pode-se incorrer na falácia do nível errado e testes mal estabelecidos (Hox, 2002).

Revisando os trabalhos de preços hedônicos sob a abordagem hierárquica, Jones e Bullen (1994) utilizam o Modelo Hierárquico Linear (HLM) para estimar o modelo hedônico para o mercado imobiliário na cidade de Londres em 1990, comparando os coeficientes do efeito fixo com os coeficientes do efeito aleatório. Goodman e Thiboudeu (1998) estudam a segmentação do mercado imobiliário pela qualidade da educação pública na região metropolitana de Dallas. Brawn e Uyar (2004) utilizam o modelo hierárquico linear em dois níveis para estimar a função hedônica na determinação dos preços no mercado imobiliário, mas apenas com propósitos didáticos. Uyar e Brawn (2007) estimam o MPH, utilizando o modelo hierárquico com classificação cruzada, pois inserem na modelagem o fato dos imóveis estarem aninhados tanto no distrito como na zona de valor – classificação dada a determinada localização segundo a qualidade da região.

Na maioria dos trabalhos, na literatura nacional, sobre a determinação de preços no mercado imobiliário (Sartoris 1996; Aguirre e Faria, 1997; Cunha, 2000; Biderman, 2001; Batalhone e Mueller, 2002; Neto, 2002; Souza Filho e Arraes, 2004; Rodon e Andrade, 2005; Texeira e Serra, 2006; Fávero *et al.*, 2008; Paixão, 2009; Paixão, 2010; Maciel e Biderman, 2013), o efeito adjacência, bem como a questão da hierarquia dos dados, não foram considerados nas análises. Em resumo, os temas desses trabalhos foram diversos, mas nenhum se preocupou em estudar sobre a heterogeneidade espacial, autocorrelação espacial e/ou a falácia do nível errado.

Entretanto, do levantamento da literatura feito sobre mercado imobiliário residencial nacional, utilizando do modelo de preços hedônicos, existem alguns pesquisadores que se debruçaram sobre o *spillover* (efeito adjacência) das características para além do efeito vizinhança, utilizando metodologias capazes de captar o efeito espacial da vizinhança.

O primeiro trabalho encontrado na revisão de literatura brasileira a considerar a questão da dependência espacial sobre os determinantes do preço no mercado imobiliário foi Macedo (1996). Para tanto, foi utilizado modelo de preços hedônicos sob uma abordagem espacial para estudar o mercado imobiliário de Belo Horizonte. Macedo (1996) contribuiu com a literatura ao encontrar como resultado forte impacto do efeito adjacência sobre o preço dos imóveis na cidade.

Por sua vez, Hermmann e Haddad (2005) demonstram que ao internalizar variáveis geográficas a dependência espacial é extirpada. A função hedônica, tanto sob a forma tradicional como utilizando técnica de análise fatorial para corrigir multicolinearidade, foi estimada por mínimos quadrados ordinários (MQO).

Furtado (2009) utiliza a contribuição da economia urbana e modelagem complexa para estudar o mercado imobiliário, considerando o efeito espacial. Assume em sua análise a importância dos bairros, da identidade espacial e do padrão de segregação espacial. O resultado exposto por Furtado é que o modelo de preços do mercado imobiliário urbano é melhorado quando se inclui a vizinhança. Porém, segundo o autor, a heterogeneidade social e a heterogeneidade espacial influenciam mais o preço do que a vizinhança. Portanto, o resultado sugere uma crítica às análises que consideram homogeneidade urbana.

Dantas, Magalhães e Vergolino (2010) propõem um modelo que estime a demanda pelo bem “habitação” na cidade de Recife, considerando o efeito espacial na estimação da função. Econometricamente, os autores utilizaram um método de estimação em dois estágios. No primeiro estágio, é estimado o preço pelo modelo de preços hedônicos, enquanto que, no segundo estágio, é estimada a função de demanda. Em comparação com a modelagem tradicional, os critérios de informação apontam uma melhor acomodação pelo método espacial.

Nadalin (2010) tem por objetivo estimar a influência no preço de lançamentos dos imóveis na proximidade de favelas na cidade de São Paulo. A autora utiliza a abordagem Block Group Fixed Effects e interpolação *kriging*¹⁰ como complemento à estimação hedônica logarítmica, e assume, como recorte de vizinhança, a zona de valor e distrito censitário. Como resultado, a autora aponta para a depreciação dos preços dos imóveis por se localizar próximo de favelas.

¹⁰ Ver Anderson e West (2006), Nadalin (2010)

O problema do mercado imobiliário considerando o aninhamento dos dados (heterogeneidade espacial) tem sido pouco estudado na literatura nacional. Os trabalhos relevantes são Fávero e Belfiore (2008), Aguiar e Simões (2010) e Fávero (2010)¹¹. Enquanto os dois primeiros trabalhos utilizaram modelagem hierárquica linear simples para o mercado imobiliário residencial, Fávero (2010) adota a abordagem multinível com classificação cruzada para o mercado corporativo no município de São Paulo.

Recentemente, Aguiar, Simões e Golgher (2012) estudaram a questão da hierarquia dos dados e autocorrelação espacial no mercado imobiliário ao estimar o determinante do preço dos apartamentos e casas na cidade de Belo Horizonte (Minas Gerais) sob as abordagens do modelo hierárquico linear espacial (MHLE).

A presente pesquisa se fundamenta no trabalho de Uyar e Brown (2004) ao aplicar a abordagem hierárquica, em Goodman e Thiboudeu (1998, 2002) por ressaltarem a divisão espacial do mercado imobiliário, conjuntamente a proposta de Morenoff (1999, 2003) de modelo hierárquico linear, considerando as características espaciais dos dados. Todavia, a contribuição desse ensaio está em aplicar um modelo hierárquico linear tratando a heterogeneidade espacial, ressaltando os possíveis transbordamentos das características das vizinhanças.

1.3. Metodologia

1.3.1. Abordagem Hierárquica

Segundo Hox (2002), ao analisar variáveis de níveis diferentes num único nível, isto produz dois problemas: i) os testes estatísticos são mal estabelecidos levando à má interpretação e ii) falácia do nível errado¹², isto é, analisar dados em um nível e tomar conclusões em outro nível.

A importância do modelo hierárquico linear (MHL) é sublinhada quando o problema de pesquisa envolve estruturas de dados que são hierarquizados, fazendo com que os padrões de variabilidades sejam aninhados em mais de um nível. Esse tipo de padrão é comum em estruturas de dados que levam em consideração níveis micro e macro, como em economia regional e urbana. Essa metodologia é apropriada nesta pesquisa porque se trabalha com dados por imóveis (nível micro) que estão alocados em distritos (nível macro).

Uma das vantagens da abordagem hierárquica é ser capaz de determinar o efeito direto das variáveis entre os níveis, bem como estabelecer a dependência do nível inferior em relação ao superior.

¹¹ Nesse trabalho a preocupação não é o mercado imobiliário residencial e sim corporativo.

¹² A falácia do nível errado pode se apresentar como: a) falácia ecológica – interpretação de dados agregados no nível individual ;b) falácia atomística – interpretação de dados desagregados no nível agregado.

Seguindo Raudenbush e Bryk (2002), o Modelo Hierárquico Linear de Dois Níveis Geral Simples pode ser modelado como abaixo:

$$\text{Nível 1: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \sum_{n=1}^N \beta_{nj} Z_{nij} + r_{ij}, \quad r_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \quad (1)$$

$$\text{Nível 2.a: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{j=1}^J \gamma_{0j} CE_{kj} + u_{0j}, \quad u_{0j} \sim N(0, \tau_{0j}^2) \quad (2a)$$

$$\text{Nível 2.b: } \beta_{nj} = \gamma_{n0} + \sum_{j=1}^J \gamma_{nj} CE_{kj} + u_{nj}, \quad u_{nj} \sim N(0, \tau_{nj}^2) \quad (2b)$$

Assim, substituindo os sub-modelos do segundo nível (2a) e (2b) no modelo do primeiro nível (1), tem-se o Modelo Condicional Combinado:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \sum_{j=1}^J \gamma_{0j} CE_{kj} + u_{0j} + \sum_{n=1}^N \gamma_{n0} Z_{nij} + \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J \gamma_{nj} CE_{kj} Z_{nij} + \sum_{n=1}^N Z_{nij} u_{nj} + r_{ij} \quad (3)$$

Em que Y_{ij} são os preços de cada imóvel; o subscrito $i = 1, \dots, I$ indica os imóveis representados no nível 1, sendo que I é o total de imóveis da amostra, aninhadas no nível 2. Já o subscrito $j = 1, \dots, J$ representa os distritos do município de São Paulo, assumindo que J é total de distritos da amostra. β_{0j} , β_{nj} são os coeficientes do nível 1. $\gamma_{00}, \dots, \gamma_{nj}$ são coeficientes do nível 2, com $n = 1, \dots, N$ representando os regressores e N o total de regressores do modelo. Z_{nij} é o vetor de n características intrínsecas (CI) e de fatores de localização e acessibilidade (LA) do nível 1. CE_{kj} é o vetor de k características extrínsecas do nível 2. r_{ij} é termo de erro do nível 1 – normalmente distribuído com variância constante entre os grupos. Por sua vez, u_{0j} e u_{nj} são os termos de erro do nível 2 – com média zero e variância τ_{0j} e τ_{nj} .

Sobre os coeficientes do nível 1, estes podem se apresentar de três formas:

- i. Coeficientes fixos. Para tanto, $\beta_{0j} = 0$ e $\beta_{nj} = 0$.
- ii. Coeficientes variando de forma não aleatória. Para tanto, $\beta_{nj} = \gamma_{n0} + \sum_{j=1}^J \gamma_{nj} CE_{kj}$.
- iii. Coeficientes aleatórios: Para tanto, $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$ e $\beta_{nj} = \gamma_{n0} + u_{nj}$ ou $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{j=1}^J \gamma_{0j} CE_{kj} + u_{0j}$ e $\beta_{nj} = \gamma_{n0} + \sum_{j=1}^J \gamma_{nj} CE_{kj} + u_{nj}$.

Assim como Goodman e Thibodeau (1998) e Brown e Uyar (2004), trabalha-se aqui com dois níveis hierárquicos. O modelo de preços hedônicos é apresentado em duas grandes classes que serão divididas nos dois níveis do modelo hierárquico: o primeiro nível dependendo das características intrínsecas (CI) e as características de localização e acessibilidade (LA) e o segundo nível dependendo da vizinhança. Todavia, a modelagem nesse trabalho considera apenas o preço médio dos imóveis apresentando efeitos aleatórios. Ou seja, são considerados fixos na estimação ($\beta_{nj} = \gamma_{n0}$), enquanto o preço médio varia espacialmente ($\beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{j=1}^J \gamma_{0j} CE_{kj} + u_{0j}$).

Pode-se dividir a análise do modelo hierárquico para o mercado imobiliário residencial de São Paulo em dois submodelos, como em Raudenbush e Bryk (2002):

1) Modelo Não Condicional ANOVA com Efeitos Aleatórios

Esse modelo permite estimar a variação do coeficiente de correlação intraclasse, possibilitando mensurar a proporção da variância da variável dependente que é explicada pelo nível 2 do modelo hierárquico. Esse modelo é essencial como informação preliminar, justificando a utilização de um segundo nível.

Nível 1 (*Within-cell*): aninha cada vetor de preço de imóveis ao seu respectivo distrito, possibilitando captar a variância entre os imóveis dentro dos distritos:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}, \quad r_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \quad (4)$$

Em que Y_{ij} é o preço do imóvel i no distrito J . β_{0j} é a média do preço do imóvel no distrito j . Já o termo de erro r_{ij} é o efeito móvel, ou seja, o desvio do preço do imóvel i em relação à média no distrito J .

Nível 2 (*Between-cell*): o preço médio do imóvel nos J distritos justifica a variação de preço entre os distritos.

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}, \quad u_{0j} \sim N(0, \tau_{0j}^2) \quad (5)$$

Em que γ_{00} é a grande média dos preços dos imóveis nos J distritos; u_{0j} é o efeito do distrito J sobre a média do preço do imóvel, ou seja, é o efeito aleatório da interação, dado o aninhamento. Segue a mesma hipótese de identificação do modelo geral.

Modelo Combinado: a taxa de crescimento dos preços variam em função dos efeitos distrito (nível 2) e imóvel (nível 1). Diz-se que o modelo é de efeito aleatório devido ao efeito distrito ser construído de forma randômica.

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + r_{ij} \quad (6)$$

A partir do modelo combinado é possível medir o coeficiente de correlação intraclasse.

$$\text{Var}(Y_{ij}) = \text{Var}(u_{0j} + r_{ij}) = \tau_{00} + \sigma^2 \quad (7)$$

A equação 7 fornece a variação do preço do imóvel para os dois níveis. Sendo que a variância do preço do imóvel no primeiro nível é capturada por σ^2 , enquanto τ_{00} captura a variabilidade entre os grupos. O coeficiente de correlação intraclasse, por conseguinte, é dado pela equação

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} \quad (8)$$

2) Modelo Condicional ANCOVA

Diferentemente do modelo não condicional, o modelo em questão considera as variáveis explicativas tanto para o nível 1 (*CI* e *LA*) quanto para o nível 2 (*CE*). Uma vez que tanto a variância dentro dos distritos (*within-cell*) quanto a variância entre os distritos (*between-cell*) podem ser explicadas por estas variáveis, como representado no modelo geral:

$$\text{Modelo Combinado: } Y_{ij} = \gamma_{00} + \sum_{j,k=1}^{J,K} \gamma_{0j} CE_{kj} + \sum_{n,j=1}^{N,J} \beta_{nj} Z_{nij} + r_{ij} + u_{0j} \quad (9)$$

Segundo Uyar e Brown (2007), os números de coeficientes aleatórios existentes na modelagem devem considerar a propensão que cada nível apresenta em ter efeitos fixos em vez de aleatórios. Essa propensão pode ser avaliada após estimar o modelo condicional. Para essa estimação considera-se apenas o preço médio como apresentando efeitos aleatórios, como citado acima.

1.3.2. Abordagem Hierárquico-Espacial

Brawn e Uyar (2004) ressaltam que o modelo hierárquico linear (MHL) seja capaz de identificar o impacto das características individuais da vizinhança sobre o preço dos imóveis nessa mesma vizinhança. Todavia, o MHL comum, entretanto, não permite considerar a relação do(s) distrito(s) *j-1* sobre o preço do imóvel *i* no distrito *j*, pois assume independência entre os termos de erro entre grupo.

A importância em testar a associação espacial diz respeito à imbricação entre os dois efeitos, isto é, heterogeneidade espacial pode gerar autocorrelação espacial, bem como autocorrelação espacial pode gerar heterogeneidade espacial (ANSELIN, 1999). Autocorrelação espacial trata da possibilidade de apresentar interdependência entre as observações que são analisadas espacialmente, violando o pressuposto da esperança nula dos erros¹³. A heterogeneidade espacial diz respeito à presença da variação sistemática no processo analisado através do espaço, geralmente conduz a heterocedasticidade dos termos de erro (CAN, 1990). Outra justificativa em favor da análise espacial é a natureza essencialmente georeferenciada dos dados (ANSELIN, 1998b).

Assim, por conseguinte, a estratégia utilizada para estimar um modelo hierárquico espacial segue a abordagem de Morenoff (2003). Isto é, a defasagem espacial das variáveis explicativas (*CE*):

$$\text{Nível 2.a: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{j=1}^J \gamma_{0j} CE_{kj} + \sum_{j=1}^J \rho_{0j} W CE_{kj} + r_{0j} \quad (10.a)$$

¹³ A violação do pressuposto de independência entre as observações pode produzir parâmetros viesados e/ou níveis de significância não confiáveis.

$$\text{Nível 2.b: } \beta_{nj} = \gamma_{n0} + \sum_{j=1}^J \gamma_{nj} CE_{kj} + \sum_{j=1}^J \rho_{nj} W CE_{kj} + r_{nj}, \quad (10.b)$$

Em que ρ é o parâmetro autorregressivo espacial, W é a matriz de ponderação e expressa a forma de associação da variável entre o distrito i em questão e a(s) vizinhança(s) j deste distrito e r é o vetor de erro aleatório normalmente distribuído.

A abordagem espacial no modelo hierárquico linear proposta por Morenoff¹⁴ (p. 993, 2003) dá-se basicamente em dois passos:

- 1) Construção de um modelo ANCOVA, testando no segundo nível a presença de autocorrelação espacial no termo de erro da regressão. O passo dois é tomado somente se a hipótese nula do teste de autocorrelação espacial for rejeitada.
- 2) Regressão do modelo de nível 2, inserindo as defasagens espaciais das variáveis de contexto no segundo nível.

Como resultado, é possível considerar o efeito adjacência na composição dos preços dos imóveis levando em conta a hierarquia dos dados. Cabendo destacar, assim como na subseção anterior, que apenas o preço médio (β_{0j}) são estimados como sendo efeitos aleatórios e, dessa vez, considerando os transbordamentos espaciais que se dão apenas no preço médio. Portanto, a modelagem econométrica espacial estimada (para o segundo nível) segue a equação 10.a, entendendo o efeito vizinhança como o efeito gerado pelas características extrínsecas (CE), enquanto o efeito adjacência (EA) é o efeito gerado pela defasagem das características extrínsecas (WCE)¹⁵.

Sobre o método de estimação, o *software* HLM estima o modelo hierárquico em 2 níveis por máxima verossimilhança¹⁶.

1.4. Unidade espacial, definição das variáveis e base de dados

1.4.1. Unidade Espacial e Sistema de Informações Geográficas

Dada a relevância dos efeitos espaciais no estudo de determinação do preço é necessário que a vizinhança seja estabelecida. A cidade de São Paulo é dividida geograficamente em 96 distritos, portanto, as amenidades (CE) serão definidas para cada distrito, formando as vizinhanças.

¹⁴ É importante destacar que a abordagem proposta por Morenoff é capaz de tratar apenas a autocorrelação espacial observável, manifestada nas defasagens espaciais das variáveis de contexto do 2º nível. Portanto, a abordagem não é capaz de tratar a autocorrelação espacial não-observável, manifestada no termo de erro. Essa é uma limitação desta abordagem.

¹⁵ Note que a definição de EA difere da proposta por Can (1992), pois considera como EA a defasagem da variável dependente, isto é, o preço do imóvel defasado espacialmente (WY). A inclusão dessa variável no modelo causaria endogeneidade, exceto houvesse uma variável instrumental. Todavia, todas as defasagens são inseridas no modelo, o que dispensa a inclusão de WY.

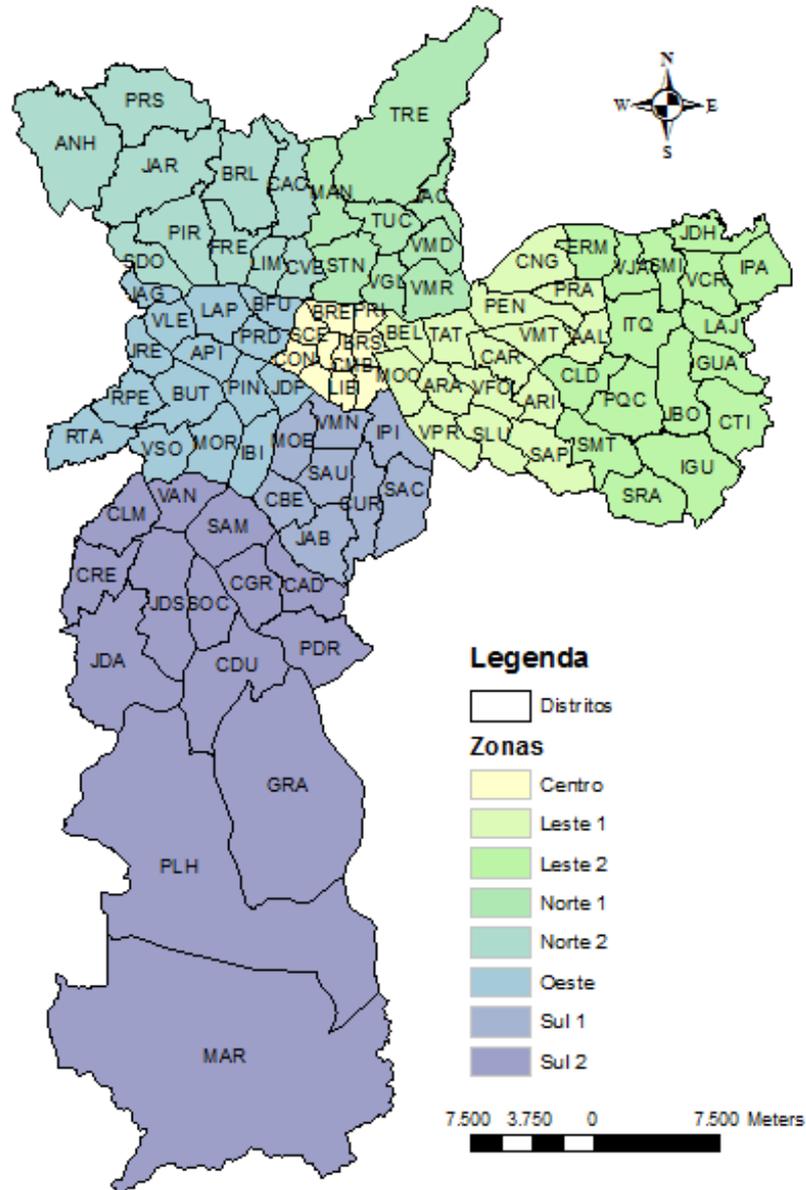
¹⁶ Ver Raudenbush e Bryk (2002), capítulo 14.

No que tange às características que formam a vizinhança e influenciam o consumo de um imóvel em determinada localização, restrita a sua renda, Galster (2001) ressalta (a) as próprias residências, isto é, o material utilizado, tipo de residência, etc., (b) aspectos demográfico-sociais (renda e educação), (c) qualidade do serviço público oferecido dentro do perímetro, (d) questões ambientais, (e) acessibilidade e (f) importância política e sentimental.

As informações necessárias foram geradas pelo *software* ArcGIS. Os dados com as informações sobre os imóveis estão expressos na forma de pontos no espaço, em que cada ponto diz respeito a uma residência associada ao preço de venda¹⁷ e às características intrínsecas (CI). A informação sobre localização e acessibilidade (LA) também se apresenta na forma de pontos. O resultado é a distância euclidiana entre dois pontos (*i.e.* entre o imóvel e o ponto de referência - centro de negócios, estação de trem e/ou metrô). Já a informação sobre as características extrínsecas (CE) é agrupada em polígonos, ou seja, os distritos do município.

¹⁷ Assumir o preço de venda como sendo o preço que equilibra o mercado é uma das hipóteses assumidas para modelar o complexo mercado imobiliário. Entretanto, é sabido que os preços se alteram ao longo do processo de venda dos imóveis.

Figura 1.2 Divisão geográfica do Município de São Paulo¹⁸



¹⁸ Alto de Pinheiros (API) Anhanguera (ANH) Aricanduva (ARI) Artur Alvim (AAL) Barra Funda (BFU) Bela Vista (BVI) Belém (BEL) Bom Retiro (BRE) Brás (BRS) Brasilândia (BRL) Butantã (BUT) Cachoeirinha (CAC) Cambuci (CAB) Campo Belo (CBE) Campo Grande (CGR) Campo Limpo (CLM) Cangaíba (CNG) Capão Redondo (CRE) Carrão (CAR) Casa Verde (CVE) Cidade Ademar (CAD) Cidade Dutra (CDU) Cidade Líder (CLD) Cidade Tiradentes (CTI) Consolação (COM) Cursino (CUR) Ermelino Matarazzo (ERM) Freguesia do Ó (FRE) Grajaú (GRA) Guaianases (GUA) Iguatemi (IGU) Ipiranga (IPI) Itaim Bibi (IBI) Itaim Paulista (IPA) Itaquera (ITQ) Jabaquara (JAB) Jaçanã (JAC) Jaguará (JAG) Jaguaré (JRE) Jaraguá (JAR) Jardim Ângela (JDA) Jardim Helena (JDH) Jardim Paulista (JDP) Jardim São Luís (JDS) José Bonifácio (JBO) Lajeado (LAJ) Lapa (LAP) Liberdade (LIB) Limão (LIM) Mandaqui (MAN) Marsilac (MAR) Moema (MOE) Mooca (MOO) Morumbi (MOR) Parelheiros (PLH) Pari (PRI) Parque do Carmo (PQC) Pedreira (PDR) Penha (PEN) Perdizes (PRD) Perus (PRS) Pinheiros (PIN) Pirituba (PIR) Ponte Rasa (PRA) Raposo Tavares (RTA) República (REP) Rio Pequeno (RPE) Sacomã (SAC) Santa Cecília (SCE) Santana (STN) Santo Amaro (SAM) São Domingos (SDO) São Lucas (SLU) São Mateus (SMT) São Miguel (SMI) São Rafael (SRA) Sapopemba (SAP) Saúde (SAL) Sé (SEE) Socorro (SOC) Tatuapé (TAT) Tremembé (TER) Tucuruvi (TUC) Vila Andrade (VAN) Vila Curuçá (VCR) Vila Formosa (VFO) Vila Guilherme (VGL) Vila Jacuí (VEJ) Vila Leopoldina (VLE) Vila Maria (VMR) Vila Mariana (VMN) Vila Matilde (VMT) Vila Medeiros (VMD) Vila Prudente (VPR) Vila Sonia (VSO)

1.4.2. Base de dados

A base de dados do mercado imobiliário referentes ao primeiro nível do MHL é proveniente da Empresa Brasileira de Estudos do Patrimônio (Embraesp) com 9.684 lançamentos verticais entre janeiro de 1985 até julho de 2012. Assim, tais dados são do tipo agrupado (*pooled data*), possuindo a dimensão de corte transversal e temporal.

Ademais, segundo dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), o número de domicílios de tipo apartamento é de 1.285.560 de unidades na cidade de São Paulo. A base de dados fornecida pela Embraesp apresenta 575.131 unidades lançadas no período supracitado (considerando apenas o período 1985-2010, o total de unidades lançadas foi 542.083 mil). Essa comparação é possível porque o Censo trabalha com estoque e, embora a Embraesp trabalhe com fluxo, é possível computar o estoque acumulando no tempo os fluxos de unidades lançadas. Portanto, a base de dados utilizada representa 44,7% (42,16%, quando finaliza a série em 2010) do estoque municipal de apartamentos.

Biderman (2001) apresenta trabalho pioneiro na utilização dos dados da Embraesp entre 1985 até 2001 com 9.460 empreendimentos diferentes geocodificados com os preços deflacionados pelo IGP-di a preços de 2000 para a região metropolitana de São Paulo. Para o período de análise do presente trabalho, completou-se a base com dados de 2001 até julho de 2012 para o município de São Paulo apenas. A base contém informações sobre a estrutura do imóvel (área útil, quantidade de vagas de garagem, quantidade de quartos, etc.).

A base de dados foi explorada por Biderman (2001), posteriormente por Maciel (2010) e Nadalin (2010), entre outros. Embora os objetivos difiram, a base fornece insumos à aplicação do modelo de preços hedônicos, no que tange às amenidades intrínsecas dos imóveis. No entanto, algumas outras informações como a composição do condomínio (piscinas, *playground*, quadras, churrasqueira, etc.) não são levadas em consideração, e forneceriam análises importantes quanto ao lazer interno e sua influência na determinação do preço.

Biderman (2001) faz algumas ressalvas sobre a base de dados da Embraesp. Primeiramente, os dados não possuem um amostral, isto é, não existe um plano de amostragem subjacente à obtenção dessa base de dados. Os dados também representam apenas uma parcela dos empreendimentos lançados no município. Convém ressaltar também que os dados fornecidos refletem dados de fluxo e não de estoque (BIDERMAN, p. 93, 2001).

Uma característica importante da base de dados é trabalhar com o preço de empreendimentos novos, o que exclui a necessidade de considerar a depreciação do imóvel, cuja estimação apresenta alta complexidade e acabam sendo pouco confiáveis dadas as reformas que os imóveis sofrem ao

longo do tempo (BIDERMAN, p. 96, 2001). Uma vantagem de se utilizar essa base de dados reside no fato de a Embraesp cuidar para que o preço de lançamento dos imóveis sejam os referentes à transação efetiva de venda dos imóveis. Isto porque o empreendimento pode ser lançado com preço acima do mercado, podendo ser ajustado pelas vendas. Portanto, a Embraesp busca manter o preço mais próximo do preço de transação (BIDERMAN, p. 119, 2001).

Embora a base seja representativa para o propósito de estudo, é salutar destacar o fato dos empreendimentos compilados pela Embraesp serem disponíveis, segundo Biderman (2001), às famílias com renda mensal maior do que 800 reais, a preços de 2000. Excluindo, por conseguinte, como destaca Nadalin (2010), setores subnormais, os quais, segundo o Censo 2000, possuem renda de até 755 reais, a preços de 2000.

1.4.2.1. Características Intrínsecas

Na Tabela 1.1 são descritas as variáveis utilizadas para estimar as características estruturais dos imóveis. É importante ressaltar que a variável área útil e área total são medidas em metro quadrado, enquanto dormitórios, banheiros, vagas de garagem, blocos e andares são medidas em unidades.

Tabela 1.1 Descrição das variáveis

Atributo	Variável	Nível Hierárquico	Descrição	Fonte
Área útil do apartamento	AU	Imóvel	Medida em m ² .	Embraesp
Área total	AT	Imóvel	Medida em m ²	Embraesp
Dormitório	D	Imóvel	Medido em quantidade	Embraesp
Banheiros	B	Imóvel	Medido em quantidade	Embraesp
Vagas de garagem	V	Imóvel	Medido em quantidade	Embraesp
Elevadores	E	Imóvel	Medido em quantidade	Embraesp
Blocos	Bl	Imóvel	Medido em quantidade	Embraesp
Andares	A	Imóvel	Medido em quantidade	Embraesp
Distância à Sé	DS	Imóvel	Distância euclidiana em Km	ArcGis 10
Distância ao metro/trem	DMT	Imóvel	Distância euclidiana em Km	ArcGis 10
Distância à favela	DF	Imóvel	Distância euclidiana em Km	ArcGis 10
Distância ao hospital	DH	Imóvel	Distância euclidiana em Km	ArcGis 10
Distância às clínicas	DC	Imóvel	Distância euclidiana em Km	ArcGis 10
Rede de esgoto	ESG	Distrito	Proporção de residências da unidade com acesso a esgotamento sanitário	Censo
Abastecimento de água	CANAG	Distrito	Proporção de residências da unidade com acesso a água encanada	Censo
Coleta de lixo	COLIX	Distrito	Proporção de residências da unidade com acesso a coleta de lixo.	Censo
Energia elétrica	ELET	Distrito	Proporção de residências da unidade com acesso a distribuição de energia	Censo
Densidade arbórea	DA	Distrito	Proporção de área verde (parques municipais e unidade de conservação) em relação à área do distrito	LUME
Homicídio	H	Distrito	Coefficiente entre óbitos por agressão e a população da mesma unidade	SEADE
Biblioteca	B	Distrito	Número de equipamentos na unidade	SEPLAM
Cultura (Cinema e Teatro)	C	Distrito	Número de teatros e cinema na unidade	SEPLAM
Emprego	E	Distrito	Número de empregos na unidade	RAIS
Densidade Estabelecimento	DE	Distrito	Número de estabelecimentos na unidade em relação à área	RAIS
Densidade populacional	DP	Distrito	Total da população em relação à área	SEADE
Hospital	HP	Distrito	Número de hospital na unidade por mil pessoas	CEM

Fonte: elaboração própria

1.4.2.2. Localização e Acessibilidade

Assim como em Alonso (1964) e Mills (1972), utiliza-se as medidas de acessibilidades como características que influenciam o preço do imóvel. Propõe-se uma variável explicativa medindo a distância ao centro de negócio em metros, buscando inferir sobre o efeito do custo do deslocamento no preço dos imóveis. Para tanto, calcula-se a distância euclidiana a partir das coordenadas geográficas.

Para indicar os centros de negócios na cidade de São Paulo, consideram-se os distritos que importam mais mão de obra, formando uma aglomeração populacional em função dos postos de emprego. Para a obtenção dessas informações, considera-se a base de dados da Secretária Municipal de Planejamento (SEMPLA). A Tabela 1.2 demonstra a concentração de firmas e número de

empregados nos distritos e a participação de cada grupo no total da cidade. Pode-se notar a concentração no eixo da região da Sé, região da Avenida Paulista, da Avenida Engenheiro Luiz Carlos Berrini e da Avenida Faria Lima. A região do centro da cidade agrega alguns distritos que compõem a tabela abaixo: República, Sé, Bela Vista, Consolação, Santa Cecília, Bom Retiro e Liberdade. Nessa região estão 16% do número total de empregados do município. Outro foco de concentração de trabalhadores está no corredor Avenida Berrini-Avenida Faria Lima. Nessa região, encontram-se os distritos citados na tabela, a saber: Pinheiros, Itaim Bibi, Jardim Paulista somando 14% do número de empregos. Como resultado, considerou-se a região central como o CBD do município de São Paulo.

Tabela 1.2. Distritos com Maior Concentração de Empregados

Distrito	Empregos	Emprego/m ²	Emprego/Total Emprego (%)
República	153.012	66.526	3,9
Sé	92.898	42.810	2,4
Bela Vista	117.319	42.506	3,0
Itaim Bibi	291.226	29.064	7,4
Jardim Paulista	165.991	26.558	4,2
Consolação	92.948	24.589	2,4
Santa Cecília	77.581	20.469	2,0
Vila Mariana	162.006	19.037	4,1
Barra Funda	103.563	17.582	2,6
Brás	57.322	15.878	1,5
Bom Retiro	56.908	13.614	1,4
Pinheiros	109.021	13.182	2,8
Liberdade	41.472	11.362	1,1
Moema	95.795	10.492	2,4
Santo Amaro	160.392	10.062	4,1

Fonte: Elaboração própria com base de dados da SEMPLA (2010).

1.4.2.3. Características Extrínsecas

Quanto às características extrínsecas (CE), são considerados, para na sua definição: a) infraestrutura urbana do distrito (proporção da população com acesso a rede de esgoto, a abastecimento de água, a coleta de lixo e a energia elétrica) que na modelagem econométrica foi utilizada após o agrupamento das variáveis via análise de componente principal (ACP), como *proxy* da participação de áreas subnormais (favelas) dentro de cada distrito; b) taxa de homicídio, buscando captar o nível de segurança do distrito; c) biblioteca, cultura (teatro e cinema) e densidade arbórea, buscando avaliar a quantidade de lazer disponível; d) número de postos de emprego como *proxy* para subcentros de negócios; e) densidade de estabelecimentos, objetivando ressaltar o impacto dos serviços; f) densidade populacional como *proxy* para o efeito da aglomeração

populacional e g) o coeficiente de hospitais por mil habitantes como *proxy* para serviço de saúde. Os dados utilizados são do Censo Demográfico 2010, Secretária Municipal de Planejamento e Urbanismo (SEPLAM), Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), Laboratório de Urbanismo da Metrópole (LUME) e Centro de Estudos da Metrópole (CEM) – ver Tabela 1.1.

1.5. Estatísticas descritivas

Utilizando a base de dados da Embraesp é possível compreender o comportamento do mercado habitacional vertical na cidade. Todavia, buscando informações mais focadas, considera-se a divisão do mercado imobiliário, como sugerido por Witte *et al.* (1979) e Palmquist (1984). O mercado de imóveis foi então dividido em três submercados: i) submercado de padrão alto (SPA), ii) submercado de padrão médio (SPM) e iii) submercado de padrão baixo (SPB). Utilizando-se de estatística multivariada, pelo método de análise de *clusters*¹⁹, obtêm-se os resultados da Tabela 1.3.

Tabela 1.3 Agrupamento por Padrão

<i>Clusters</i>	Frequência	Percentual (%)
Padrão Alto	3,852	39.78
Padrão Médio	2,036	21.02
Padrão Baixo	3,796	39.20
Total	9,684	100

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da Embraesp.

A partir da Tabela 1.3, pode-se verificar que a base de dados está concentrada em domicílios com características de padrão alto (39,78% da amostra), seguida de padrão baixo (39,2% da amostra) e 21,02% de empreendimentos, cujas características estruturais configuram domicílios de padrão médio.

Tabela 1.4 Características médias dos padrões

<i>Clusters</i>	Dormitório	Banheiro	Vaga	Área Útil (m ²)	Área Total (m ²)	Preço m ² (área útil)	Preço m ² (área total)
Padrão Alto	2,73	2,24	2,31	147,22	281,07	4334,57	2240,22
Padrão Médio	2,87	2,17	2,11	116,68	222,69	2461,12	1303,13
Padrão Baixo	2,62	1,71	1,52	80,35	148,47	1522,44	834,65
Total	2,74	2,00	1,92	108,86	205,87	2487,05	1316,51

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da Embraesp.

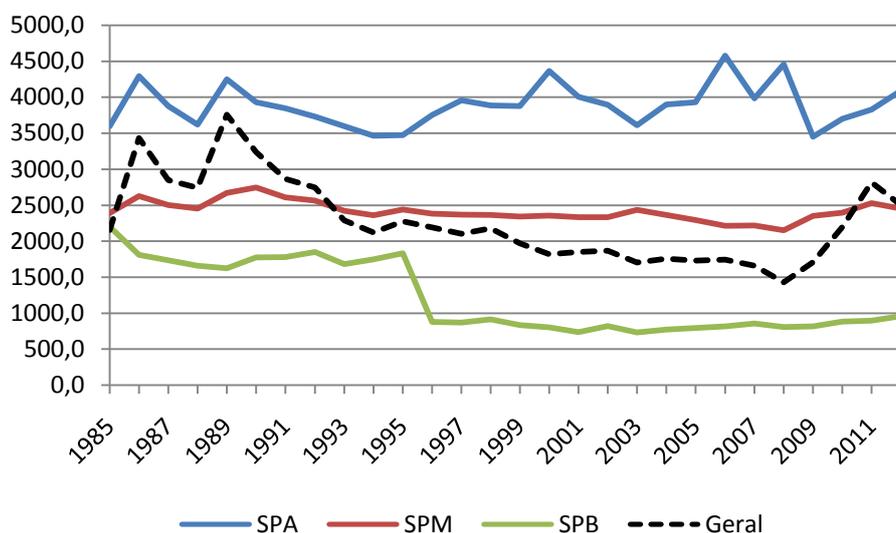
A partir da Tabela 1.4, torna-se mais claro que empreendimentos de alto padrão apresentam preço médio do m² 176% mais elevado em relação aos imóveis de médio padrão, e 284% mais caro quando comparado com os lançamentos de baixo padrão (a preços de 2000). *A priori*, nota-se que as

¹⁹ Para estabelecer os *clusters*, levaram-se em consideração as variáveis dormitórios, banheiros, vagas, área útil, preço do metro quadrado da área útil e o preço do metro quadrado da área total a preços de 2000. É importante ressaltar que para o agrupamento, considerou-se o método das k medianas.

diferenças dos preços não correspondem simplesmente às diferenças na área total ou área útil, pois as variações das áreas médias, em comparação aos submercados, não se assemelham as variações nos preços médios. Esse comportamento empírico remete à necessidade de considerar o espaço na formação de preços.

Analisando a série histórica, a tendência dos preços medianos do metro quadrado da área útil por padrão, nota-se que os domicílios SPA são os mais voláteis no tempo, oscilando entre 4.500 e 3.500 reais. O preço das residências no SPM oscila em torno do preço mediano de 2.500 reais, com destaque para a queda dos preços a partir de 2004 e a reversão em 2008, retornando ao preço do início da série (2.500 reais), o preço da área útil em 2010/11. Quanto aos imóveis do SPB, o preço mediano do m² se mantém acima de 1.500 reais até 1996, permanecendo abaixo de 1.000 reais ao longo do restante série histórica.

Gráfico 1.1. Preço mediano (reais de 2000) da área útil por submercado



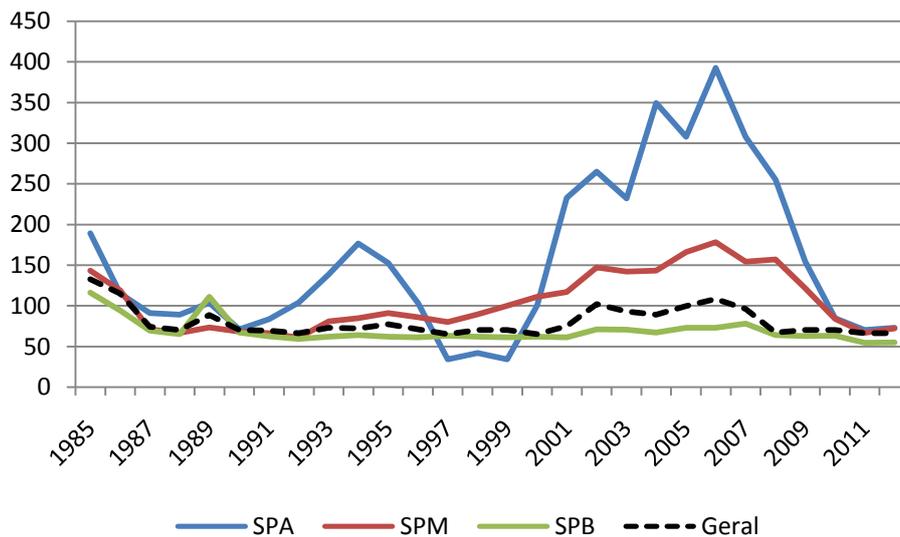
Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da Embraesp.

A área útil desses lançamentos ao longo do tempo oscilou significativamente, demonstrando que o comportamento das preferências dos consumidores e o padrão de oferta das construtoras por submercado foram alterados. No que se refere ao SPA, a área útil se manteve, até 1994, no intervalo de 70 m² a 200 m². No interregno 1995-1999, a oferta de produtos maiores manteve a área útil mediana decrescente. Todavia, uma reversão pode ser percebida a partir de 2000, alcançando a mediana de 396 m² em 2006. Essa tendência é revertida a partir de 2007, alcançando a mediana de 73 m² em 2012. É importante notar, que a oferta de área útil nesses submercados é mais oscilatória comparada aos demais, alterando a característica de oferta em cada período. Essas oscilações no fim da série podem ser explicadas pela reversão da característica de oferta do setor de alto padrão, oferta de *lofts* e apartamentos de um quarto em regiões nobres do município como Moema, Campo Belo e Vila Nova Conceição. Nota-se, a partir do Gráfico 1.1 *vis a vis* o Gráfico 1.2, que embora a

tendência de oferta de área útil para esse setor tenha declinado a partir de 2007, o preço mediano da área útil não acompanhou a tendência, caminhando em direção oposta.

Infere-se também, do gráfico abaixo, que o comportamento do SPM, a partir de 1989 apresentou uma curva ascendente da oferta de área útil mediana, revertendo à tendência apenas em 2006 e alcançando em 2012 a mediana de aproximadamente 72 m². O preço real dos imóveis, no período em que a área útil mediana ofertada se elevou, apresentou queda entre 2004-2008. Este fato representa a expansão da oferta de imóveis para áreas menos centrais e/ou nobres da cidade. Quanto ao SPB, este se manteve abaixo da mediana geral e a oferta de área útil se manteve praticamente constante ao longo da série histórica. Em 2012 a mediana da área útil alcança a marca de 55 m² no padrão baixo, refletindo o comportamento recente de apartamentos ofertados na periferia da cidade, como na Zona Leste 2 (Itaquera, Ermelino Matarazzo, etc.) e Sul 2 (Capão Redondo, Campo Limpo, etc.), conforme pode ser observado na Figura 1.2.

Gráfico 1.2 Área útil (m²) mediana por submercado



Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da Embraesp.

1.5.1. Análise Exploratória dos Dados Espaciais

Análise Exploratória dos Dados Espaciais é importante devido à possibilidade de notar padrões espaciais para as variáveis que compõem a vizinhança. A exposição também ganha relevância devido à capacidade de demonstrar o porquê da proximidade de oferta de área útil entre os submercados, mas com preços médios ou medianos tão discrepantes entre si.

O ponto central da AEDE é a análise da autocorrelação espacial. A associação espacial segue duas dimensões: a global e a local. As medidas de autocorrelação espacial global tratam os dados de

forma homogênea, incorrendo, portanto, em má identificação de um padrão espacial. Dada essa limitação, utiliza-se o indicador local de autocorrelação espacial (LISA²⁰).

Primeiramente, cabe destacar os círculos concêntricos, numa aproximação dos anéis intraurbanos de von Thünen, assumindo uma cidade monocêntrica. O primeiro anel dista 2,5Km do marco zero da cidade de São Paulo (localizado no distrito Sé); o segundo, 5Km e, os demais, 5Km a mais em relação ao anel antecessor. É possível destacar que a cidade de São Paulo, em grande parte, apresenta uma distância concêntrica (radial) máxima (quando se consideram apenas suas margens norte, leste e oeste), em relação à Praça da Sé, de 25 km²¹.

A partir da análise do mapa de *cluster* espacial (Figura 1.3) é importante sublinhar que a região centro-sudoeste concentra os imóveis com preços mais elevados, cercados por imóveis de valores elevados, isto é, encontra-se um *cluster* espacial do tipo Alto-Alto (HH)²². Esse *cluster* abarca as zonas Centro (Bela Vista, Consolação), Oeste (Alto de Pinheiros, Itaim Bibi, Morumbi, Jardim Paulista, Perdizes e Pinheiros), Sul 1 (Campo Belo, Moema e Vila Mariana) e norte da zona Sul 2 (Vila Andrade). Outro *cluster* alto, mas cercado de imóveis com preço baixo (HL)²³, pode ser observado nas zonas Leste 1 (Mooca e Tatuapé), Sul 1 (Cursino) e Norte 1 (Santana). Mais especificamente, esses distritos apresentam amenidades positivas, como segurança, parques, metrô e trens, etc. É importante ressaltar que esses imóveis se localizam, em sua grande maioria, dentro da distância radial de até 10 km do CBD-Sé. Ademais, dentro desse mesmo círculo concêntrico, encontram-se imóveis cuja aglomeração é baixo-baixo (LL)²⁴. Todavia, mesmo com distâncias radiais menores, é possível encontrar *clusters* LL, como na zona Leste 1.

Portanto, é de se considerar que num modelo de cidade monocêntrica somente o distanciamento ao CBD não é suficiente para explicar os preços dos imóveis. Esse fato se torna mais claro pela existência de *clusters* baixo-alto (LH) e alto-baixo (HL) com distâncias mais próximas ao CBD (distrito da Sé). Todavia, no modelo de Fujita e Ogawa e/ou Plaut, isto é, cidade com múltiplos centros, o gradiente de preços pode apresentar um comportamento menos restritivo.

Voltando à análise das características intrínsecas, a Figura 1.4 contribui ao especificar o padrão espacial das residências em função da área útil. Assim, a partir da correlação espacial LISA, encontram-se três *clusters* altos, como mencionado na análise acima. O primeiro está concentrado na região centro-sudoeste do município; o segundo está localizado na zona Leste 1 (Tatuapé) e, o último, na zona Norte 1 (Santana). De acordo com o modelo AMM, existe um *trade-off* entre

²⁰ Abreviação do inglês: *Local Indicator of Spatial Association*

²¹ É relevante destacar que a medida é a distância euclidiana.

²² Do inglês: *High-High* – distritos com alta concentração de determinada característica cercado por outros de alta concentração.

²³ Do inglês: *High-Low* – distritos com alta concentração de determinada característica cercado por outros de alta concentração.

²⁴ Do inglês: *Low-Low* – distritos com baixa concentração de determinada característica cercado por outros de baixa concentração.

acessibilidade e área da residência; entretanto, para o caso do MSP com um CBD, existem residências, principalmente nos anéis mais externos, com áreas menores (centro-sudoeste) em relação aos que se localizam dentro de círculos concêntricos menores.

Ainda, buscando estilizar a cidade teórica do AMM, nota-se, a partir da divisão dos empreendimentos por número de andares²⁵ na Figura 1.5, que inexistem um padrão espacial de verticalização dos empreendimentos. Todavia, os empreendimentos mais verticalizados estão situados, em sua maioria, numa distância radial de até 10 km. Enquanto nos anéis mais afastados, concentram-se empreendimentos menos verticalizados (cor amarela). Portanto, a teoria do modelo AMM pode ser observada.

Destacando as variáveis extrínsecas (amenidades) utilizadas neste trabalho, o índice de correlação espacial (LISA) para a densidade populacional (Figura 1.6), o extremo sul (zona Sul 1) e extremo norte (zona Norte 2) são as regiões de menor concentração populacional, podendo sublinhar, dentre outros motivos, alto índice de homicídio e a presença de reservas. Como se pode notar da Figura 1.8 e Figura 1.7, o extremo norte concentra os mais altos coeficientes de *homicídio* e de *área verde* da cidade. Já as zonas Centro e Leste 2 apresentam as maiores concentrações populacionais da cidade.

Cabe destacar a concentração espacial da densidade de estabelecimentos e densidade de empregos (Figura 1.11 e Figura 1.12) na região centro-sudoeste do município. É importante notar que nesta região estão as avenidas Paulista, Rebouças, Brigadeiro Faria Lima, Luiz Carlos Berrini e a Marginal Pinheiros, avenidas que concentram grande parte dos escritórios da cidade.

Quanto às variáveis que buscam captar a amenidade de serviço de saúde (Figura 1.9) e serviço de lazer: *cultura* (cinema e teatro) e *biblioteca*, Figura 1.13 e Figura 1.14, respectivamente, é clara a concentração desses serviços na região centro-sudoeste da cidade de São Paulo. A variável *estrutura*, utilizada como *proxy* para regiões com características subnormais, não demonstra qualquer padrão espacial, exceto para a baixa infraestrutura do extremo sul do município (ver Figura 1.10). No que diz respeito à concentração da *área verde* (Figura 1.7), o norte do município demonstra *cluster* HH. Isso ocorre devido às reservas existentes nessa região – Parque Estadual da Cantareira (distritos: Brasilândia, Tremembé e Cachoeirinha), Parque Estadual do Jaraguá (distrito: Jaraguá) e Parque Anhanguera (distrito: Anhanguera). Todavia, duas outras concentrações espaciais são percebidas no distrito de Moema e Cursino – Parque Ibirapuera e Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, respectivamente. Nestas regiões, nota-se um padrão espacial de alta densidade de área verde com baixa concentração circuncidando àquelas regiões.

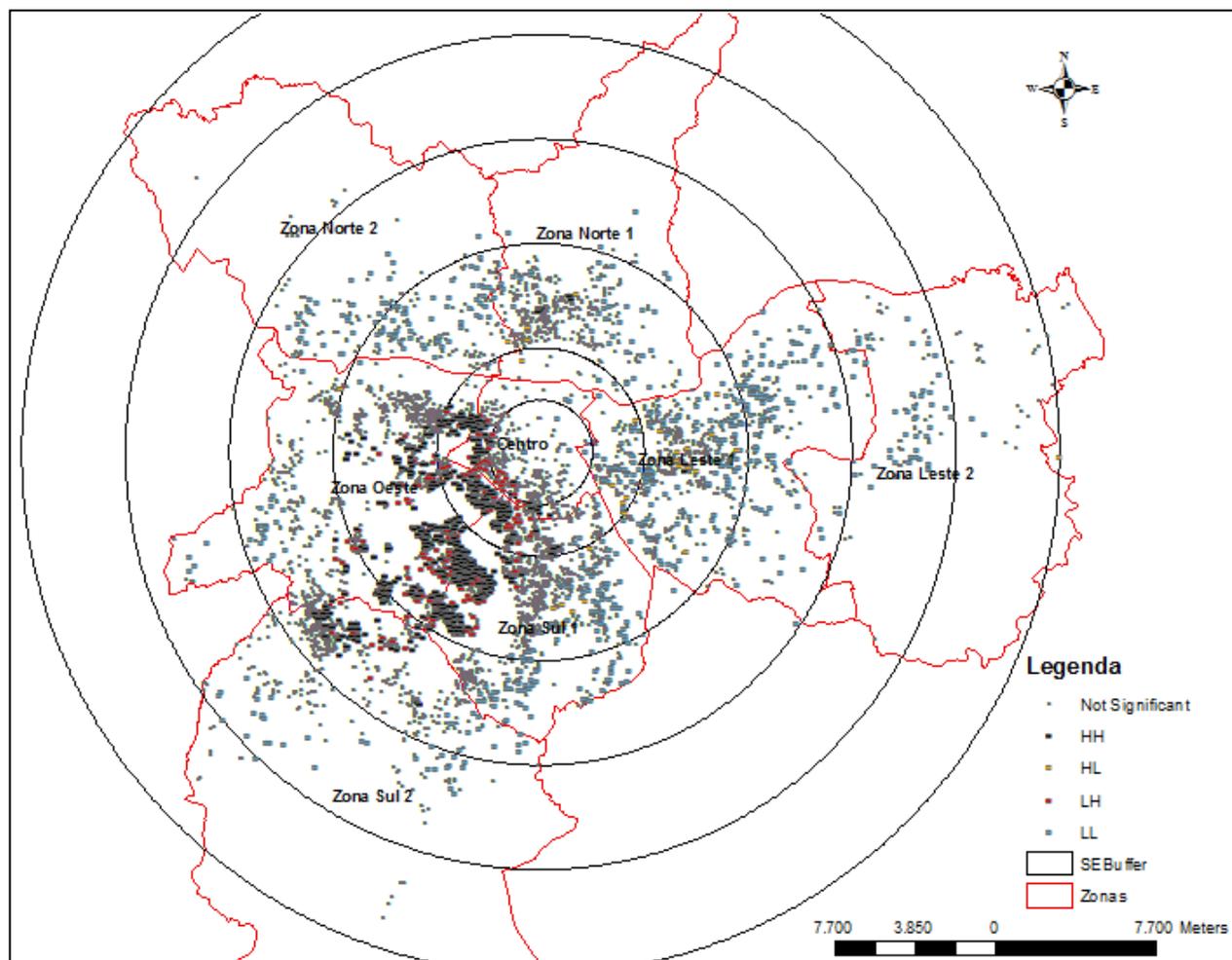
²⁵ Para a divisão quantílica, utilizou-se o método de otimização de Jenks, que reconhece a minimização da variância intraclasse e que, entre classes, busca a maximização da variância.

Da análise espacial das variáveis de amenidades, é possível depreender o porquê das figuras de *clusters* de *preços* de lançamento demonstrar focos aglomerativos na região centro-sudoeste do MSP. Isto é, os distritos que compõem essa região demonstram concentração de amenidades favoráveis a preço de imóveis mais elevados. Essa compreensão encontra fundamento no modelo de Brueckner *et. al* (1999), ao estabelecerem que a concentração espacial se dê, também, em função das amenidades ofertadas no espaço e a concentração de famílias mais abastada.

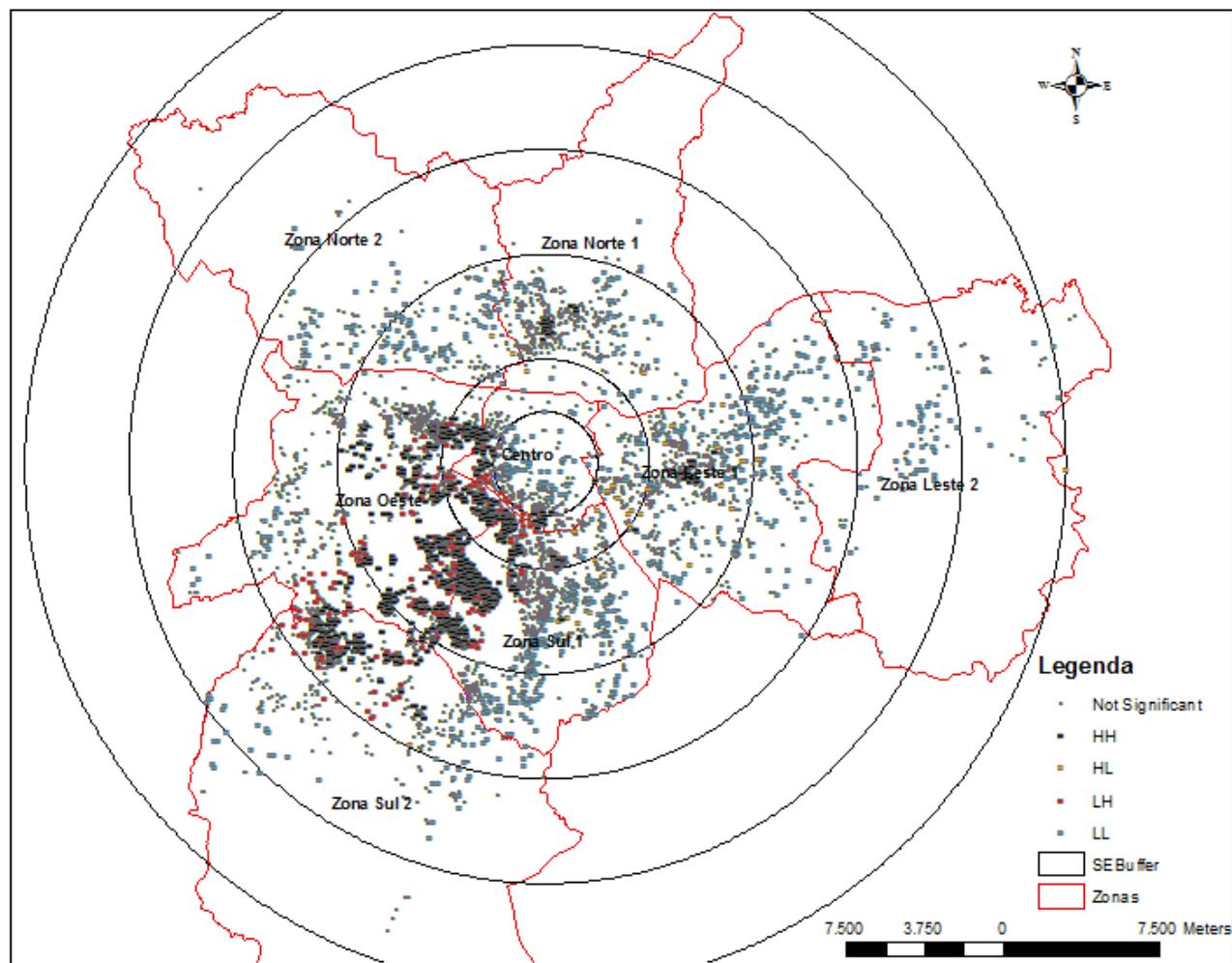
Portanto, a análise LISA contribui para a compreensão que, ao longo do desenvolvimento do espaço intraurbano da cidade de São Paulo, houve concentração de serviços (hospitais, cinemas e teatros) e emprego nas zonas do Centro, Oeste e Sul 1. Quanto à taxa de homicídio, a menor concentração se encontra nas mesmas zonas. Notadamente, ao comparar a Figura 1.3 com as Figuras 1.6 a 1.14, as regiões que ofertam imóveis com maior preço por m² são as que apresentam melhores externalidades positivas ou menores externalidades negativas e estão rodeados por vizinhos que agregam as mesmas qualidades.

A análise LISA contribui também para dar suporte ao fato de que a análise hierárquica por vizinhança importa neste estudo, pois é possível perceber a heterogeneidade existente entre os distritos do município de São Paulo. Portanto, a consideração desse fato, bem como entender o possível transbordamento das características utilizadas para compor as vizinhanças são importantes para uma análise mais próxima da realidade urbana da cidade.

Figura 1.3 Mapa de *Cluster* dos preços de lançamento

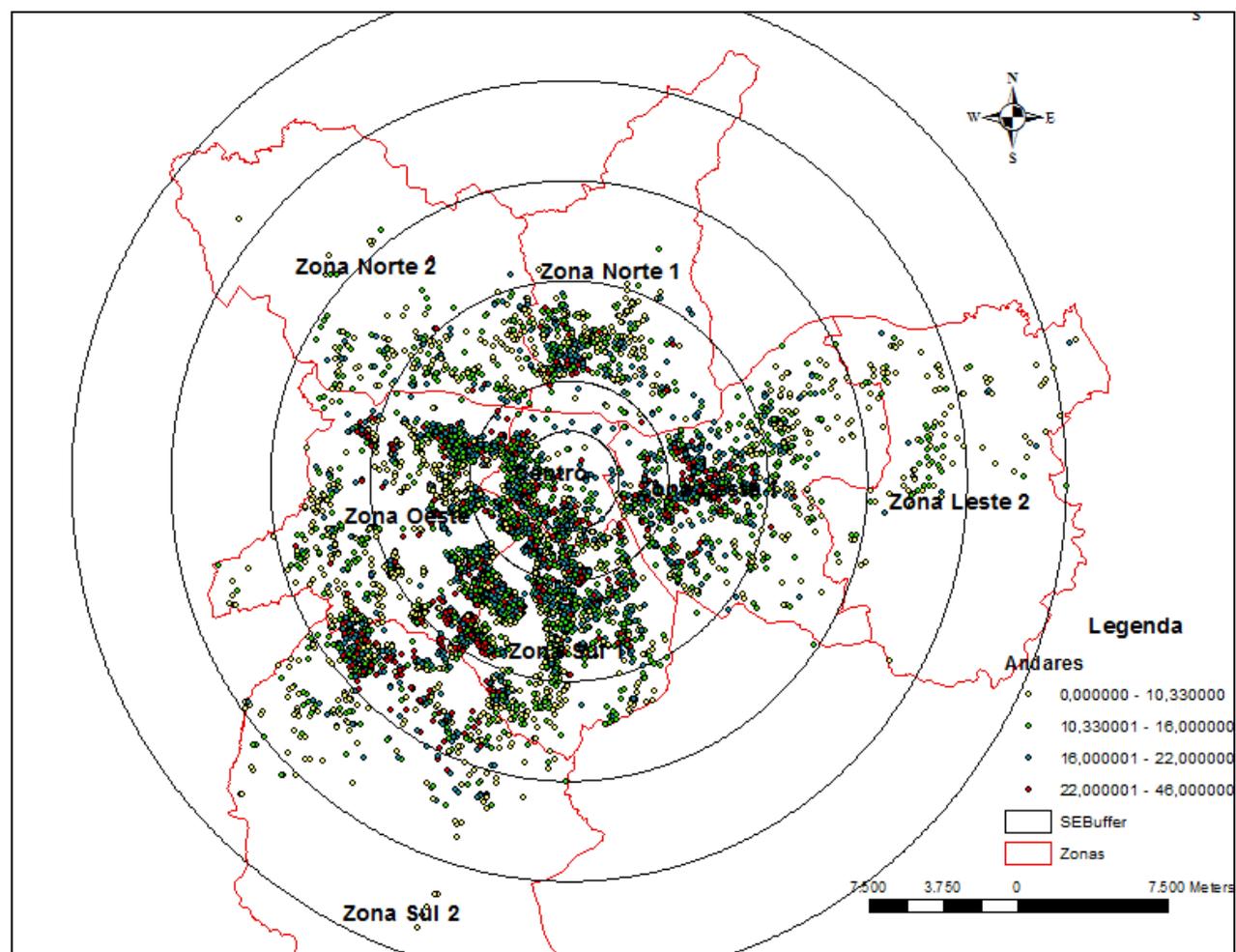


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Embraesp.

Figura 1.4 Mapa de *Cluster* da área útil

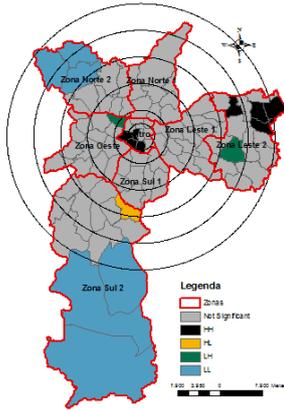
Fonte: elaboração própria a partir dos dados da Embraesp.

Figura 1.5 Mapa do Número de andares



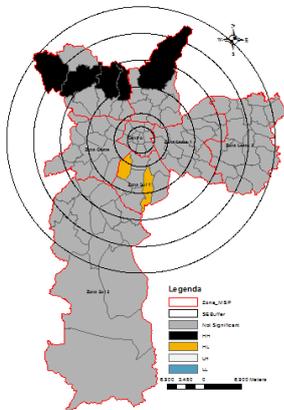
Fonte: elaboração própria a partir dos dados da Embraesp com divisão definida pelo método de otimização de Jenks.

Figura 1.6 Cluster densidade populacional



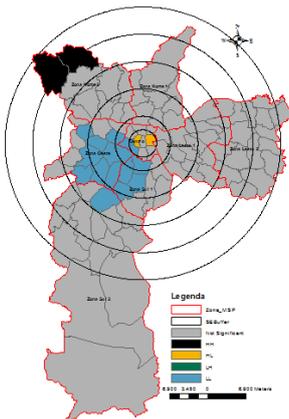
Fonte: elaboração própria, dados: SEADE

Figura 1.7 Cluster de área verde



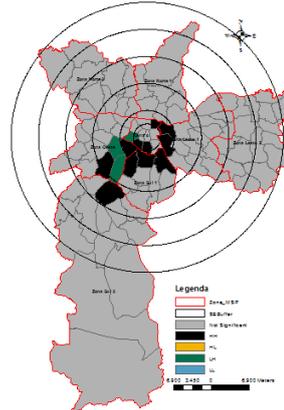
Fonte: elaboração própria, dados: LUME

Figura 1.8 Cluster da taxa de homicídio



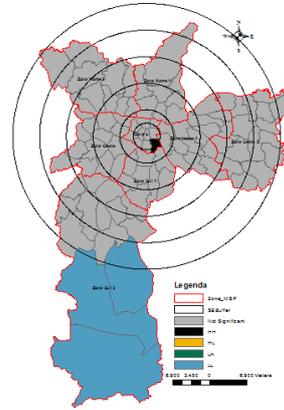
Fonte: elaboração própria, dados: SEADE

Figura 1.9 Cluster densidade de hospital



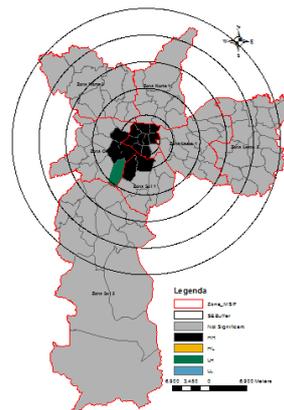
Fonte: elaboração própria, dados: CEM

Figura 1.10 Cluster da estrutura



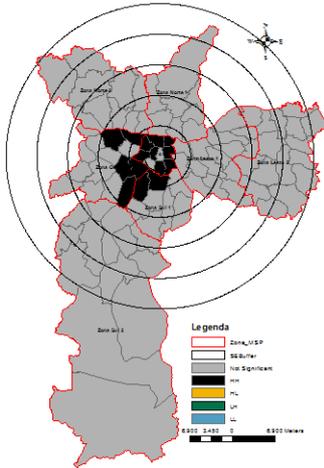
Fonte: elaboração própria, dados: CENSO

Figura 1.11 Cluster densidade de estabelecimento



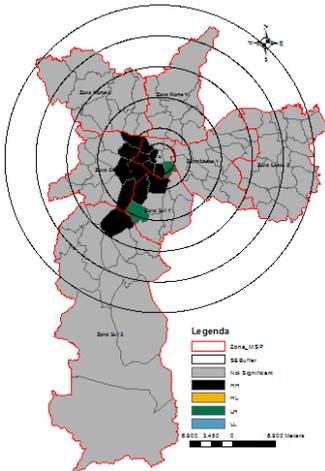
Fonte: Elaboração própria, dados: RAIS

Figura 1.12 Cluster densidade de emprego



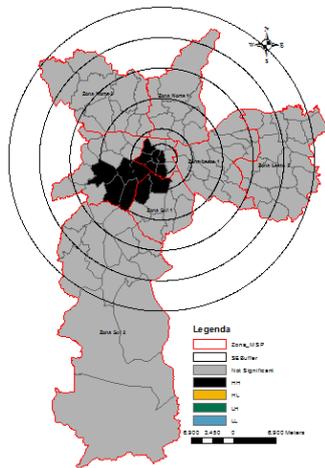
Fonte: Elaboração própria, dados: RAIS

Figura 1.13 Cluster cultura



Fonte: Elaboração própria, dados EMPLASA

Figura 1.14 Cluster biblioteca



Fonte: Elaboração própria, dados: EMPLASA

1.6. Resultados Empíricos

1.6.1. Modelos Hierárquicos Espacial

Sob a abordagem de preços hedônicos, o imóvel é considerado como sendo um bem heterogêneo. Assim, a utilidade das famílias responde às características do imóvel (intrínsecas e extrínsecas). Os consumidores, portanto, escolhem o bem com base na qualidade e preço, ao invés de quantidade e preço. Ademais, é possível inferir que os consumidores valoram separadamente cada uma das características, mas o bem é consumido conjuntamente. Em outros termos, os consumidores consomem uma combinação de qualidades, formando o comportamento de mercado para cada característica.

Assim, os coeficientes estimados correspondem aos preços marginais implícitos de equilíbrio. Sob a hipótese de que os agentes maximizam utilidade, o preço implícito diz respeito a quanto o consumidor está disposto a pagar pelos atributos, sejam estes referentes aos imóveis e/ou distritos.

Pode-se concluir, a partir da Tabela 1.5, que a hipótese nula da aleatoriedade do intercepto no nível 1 é rejeitada, pois o componente da variância (τ_{00}) é diferente de zero e estatisticamente significativo. Portanto, pode-se inferir que as vizinhanças formadas pelos distritos do município de São Paulo apresentam efeitos distintos na determinação dos preços dos imóveis.

Tabela 1.5. Parâmetro e Decomposição de Variância para o Modelo Anova

Efeito Aleatório	Componente de Variância	P-valor
Imóveis: $\text{Var}(r_{ij}) = \sigma^2$	0,442	
Distrito: $\text{Var}(\beta_0) = \tau_{00}$	0,305*	0,000

Nota: * $p < 0.01$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.1$

Dos resultados do modelo Anova apresentados na Tabela 1.5, as variações no preço de venda dos imóveis podem ser divididas em dois componentes de variância (imóveis e distritos): $\sigma^2 = 0,442$ e $\tau_{00} = 0,305$. Computando-se a correlação intraclasse, infere-se que 59% da variação dos preços de venda dos imóveis ocorrem dentro dos distritos, enquanto 41% da composição dos preços são devidas à localização.

O modelo não condicional (Anova) especifica a variabilidade associada com imóveis e distritos, todavia parte dessa variabilidade pode estar atrelada às características intrínsecas e extrínsecas. A próxima Tabela 1.6 permite que sejam analisadas as inter-relações entre as hierarquias dos dois níveis pré-estabelecidos, isto é, os efeitos que ocorrem dentro dos distritos (*within-cell*) e entre os distritos (*between-cell*) segundo cada característica.

Primeiramente, nota-se que a variância dentro da célula nos preços de venda (σ^2) sofreu um declínio de 0,442 para 0,048, o que implica que as variáveis de contexto incluídas no modelo

(Equação 9) representam 89,1% das diferenças remanescentes nos preços dos imóveis localizados no mesmo distrito.

A variância estimada para o nível *Distritos* fornece evidência empírica sobre a variabilidade na distribuição dos preços entre distritos. A homogeneidade sobre a variância do distrito é rejeitada a 1%, segundo o teste univariado Chi-Quadrado (χ^2). Portanto, as variáveis extrínsecas são estatisticamente significativas.

Sobre a variância estimada τ_{00} nos preços de venda dos imóveis entre distritos, nota-se uma queda da variância de 0,30 para 0,103. De outra forma, após as variáveis extrínsecas serem agregadas à equação, 65,6% da variação remanescente nos preços médios de venda dos imóveis são explicados pelas variáveis de contexto.

No que diz respeito às variáveis que compõem o efeito dentro do grupo, a partir do modelo condicional simples (Ancova Condicional), é possível analisar a influência das características intrínsecas estimadas no nível 1.

A estimação final dos efeitos fixos com erros padrões robustos apresentou alguns coeficientes de variáveis estatisticamente não significativos, tais como *elevadores*, *área total* e *distância ao hospital*, indicando que os consumidores podem não ter preferências por essas características. Porém, os coeficientes para número de *dormitórios*, *banheiros*, *vagas*, *blocos*, *andares*, *área útil*, *distância ao trem/metrô* e *distância às favelas* são estatisticamente significativos.

Como o modelo foi estimado por uma função log-linear, o resultado deve ser lido como semi-elasticidade, isto é, cada unidade adicional, tudo o mais constante, de *dormitório* impacta em aproximadamente 17,5% do preço do imóvel, de *banheiro* em 10,9%, de *vaga* de garagem em 15,4%, de *andar* no prédio em 0,30% e cada m² de *área útil* 0,24%. Outro comportamento importante é perceber que a característica referente ao número de *blocos* contribui negativamente na determinação do preço dos imóveis (-1,8%), podendo inferir que mais pessoas morando no mesmo terreno construído implica em custo devido à aglomeração de várias famílias.

Embora não sejam consideradas todas as distâncias aos CBDs, pois todos os centros e subcentros de negócios estão na análise, a variável utilizada para medir acessibilidade à Sé (DS) comporta-se como esperado pelo modelo AMM. O coeficiente da variável referente à região considerada central apresenta sinal negativo e significativo, retratando o custo de deslocamento.

Tabela 1.6 Parâmetros e Decomposição de Variância para o Modelo Condicional

Efeito Fixo	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística t	Grau de liberdade	P-valor
Nível 1: $\ln(\hat{Y}_{ij}) = \beta_{0j} + \beta_{1j}D_{ij} + \beta_{2j}V_{ij} + \beta_{3j}E_{ij} + \beta_{4j}Bl_{ij} + \beta_{5j}A_{ij} + \beta_{6j}Au_{ij} + \beta_{7j}At_{ij} + \beta_{8j}DS_{ij} + \beta_{9j}DMT_{ij} + \beta_{10j}DF_{ij} + \beta_{11j}DH_{ij} + \beta_{12j}SPA_{ij} + \beta_{14j}SPM_{ij} + \beta_t TDummies_j^{26} + r_{ij}$					
Dormitório	0.161	0.006	24.987	9633	0.000
Banheiro	0.104	0.016	6.542	9633	0.000
Vaga	0.144	0.024	6.076	9633	0.000
Elevador	0.003	0.002	1.254	9633	0.210
Bloco	-0.019	0.004	-4.606	9633	0.000
Andar	0.002	0.001	2.467	9633	0.014
Área útil	0.002	0.000	6.434	9633	0.000
Área total	0.000	0.000	0.307	9633	0.759
Distância ao CBD	-0.017	0.008	-2.242	9633	0.025
Distância ao Metrô/Trem	-0.016	0.008	-2.003	9633	0.045
Distância à Favela	0.028	0.013	2.108	9633	0.035
Distância ao Hospital	-0.005	0.010	-0.461	9633	0.644
SPA	0.634	0.022	28.332	9633	0.000
SPM	0.306	0.011	28.274	9633	0.000
Nível 2: $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{1j}ES + \gamma_{2j}H + \gamma_{3j}C + \gamma_{4j}B + \gamma_{5j}E + \gamma_{6j}DP + \gamma_{7j}DA + \gamma_{8j}\ln(\hat{DE}) + \gamma_{9j}\ln(\hat{DH}) + u_{0j}$					
Intercepto	11.962	0.431	27.760	70	0.000
Estrutura	-0.004	0.068	-0.063	70	0.950
Homicídio	-0.023	0.006	-4.117	70	0.000
Cultura	0.002	0.004	0.589	70	0.558
Biblioteca	-0.009	0.008	-1.158	70	0.251
Emprego	0.001	0.002	0.550	70	0.583
Densidade Populacional	-0.025	0.008	-2.969	70	0.005
Densidade Arbórea	-0.036	0.299	-0.119	70	0.906
Densidade Estabelecimento	0.138	0.060	2.281	70	0.026
Hospital por mil	-0.627	0.505	-1.242	70	0.219
Def. Estrutura	0.034	0.152	0.224	70	0.824
Def. Homicídio	-0.030	0.013	-2.335	70	0.022
Def. Cultura	0.015	0.009	1.619	70	0.110
Def. Biblioteca	-0.022	0.030	-0.736	70	0.464
Def. Emprego	0.010	0.004	2.400	70	0.019
Def. Densidade Populacional	-0.036	0.015	-2.451	70	0.017
Def. Densidade Arbórea	0.619	0.467	1.324	70	0.190
Def. Densidade Estabelecimento	0.017	0.103	0.166	70	0.869
Def. Hospital por mil	-1.152	0.799	-1.441	70	0.154
Efeito Aleatório	Desvio Padrão	Componente da Variância	Grau de Liberdade	Chi-quadrado	P-valor
Imóveis	0.2194	0.048			
Distritos	0.3208	0.103	70	17393.904	0.000

Nota: * $p < 0.01$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.1$

²⁶ Onde $TDummy_t$ é o vetor de *time dummies*, β_t é o vetor de coeficientes estimados e $t = 85, 86, \dots, 12$ são os anos utilizados na regressão. Os coeficientes podem ser visualizados no Anexo I. Todos os coeficientes das dummies temporais foram estatisticamente significativos, exceto D99, D07, D08.

Quando se mede a possibilidade de deslocamento por meio de metrô e/ou trens, o coeficiente desta variável é estatisticamente significativo e com sinal negativo. A explicação para esse sinal reflete a importância dos meios de transporte para deslocamento, isto é, quanto mais afastada estiver a residência dos serviços de trem/metrô, os consumidores estariam dispostos a pagar preços mais baixos (a cada 1 quilômetro de distanciamento o impacto sobre o preço é de -1,5%). O resultado revela que os serviços de transportes maximizam a utilidade das famílias, como em Herman e Haddad (2005).

O coeficiente da variável referente à proximidade de favelas é significativo e também apresenta o sinal esperado, evidenciando que quanto mais distante ficar a residência de lugares subnormais, mais disposto a pagar estará o consumidor, em consonância com Nadalin (2010). A cada quilômetro adicional em relação às áreas de favelas, tudo o mais constante, o consumidor aceitaria pagar até 2,8% a mais no preço do imóvel.

Quanto às *dummies* utilizadas para diferenciar o comportamento dos tipos de produtos ofertados em um mercado segmentado, nota-se a significância estatística dos coeficientes das variáveis. O submercado de padrão alto (SPA) demonstra um preço 88,5% acima do submercado de padrão baixo (SPB), já o submercado de padrão médio (SPM) apresenta preço 35,5% mais elevado *vis à vis* ao SPB. Ou seja, características que não são comuns aos submercados podem ser captadas pela diferenciação do padrão dos imóveis, por exemplo, o material utilizado na construção, o qual é diferenciado em função do público alvo das construtoras.

Assim como Knigh *et al.* (1994), as variáveis *time dummy* foram inseridas ao modelo com a finalidade de controlar efeitos anuais não captados nas variáveis estruturais, tais como a capitalização dos imóveis no tempo e fatores macroeconômicos. No período estudado existiram alterações estruturais no que tange às questões macroeconômicas, tais como hiperinflação, crise cambial, crise financeira e incentivos federais para o mercado imobiliário, justificando, portanto, o uso dessas variáveis como controle. O efeito do tempo sobre os preços dos imóveis foram crescentes até 1999. No interregno 2001-2006 a tendência foi decrescente, mantendo positiva até o fim da série histórica, exceto em 2008. As *times dummies* podem ser visualizadas no Anexo A.

Para detecção da autocorrelação espacial, computou-se a estatística *I* de Moran. Como resultado, a estatística indicou não aleatoriedade espacial, por isso a escolha em modelar a autocorrelação espacial no segundo nível do modelo hierárquico.

Foram construídas as matrizes de ponderação espacial do tipo rainha, torre e de *k* vizinhos mais próximos. Seguindo o método proposto por Baumont (2004), foram experimentadas algumas

matrizes de ponderação diferentes quanto ao número de vizinhos utilizados, ajustando-se melhor a matriz de ponderação espacial do tipo rainha, que apresentou o maior I de Moran significativo.

Da constatação que existe dependência espacial dos erros no modelo condicional no nível 2 e do fato de que esta correlação pode implicar em viés e/ou ineficiência dos coeficientes, buscou-se corrigir tal problema com a incorporação de defasagens espaciais no modelo hierárquico linear, em consonância com o procedimento proposto por Morenoff (1999, 2002).

Ao comparar o modelo Anova ao modelo condicional HLME, a variância estimada τ_{00} nos preços de venda dos imóveis entre distritos declina de 0,305 para 0,103. Ademais, é possível notar que a variância estimada no HLME é estatisticamente significativa.

Quanto às variáveis que medem o efeito vizinhança (EV), os coeficientes que apresentam significância estatística são: o coeficiente de *homicídio*, *densidade populacional* e de *estabelecimentos*.

A partir do modelo estimado, as residências localizadas numa vizinhança cuja taxa de *homicídio* e *densidade populacional* sejam altas impactam negativamente sobre o preço médio do imóvel. Enquanto a primeira variável diz respeito à insegurança na vizinhança, a segunda sugere o efeito negativo da aglomeração de pessoas no mesmo distrito, tais como o trânsito na utilização das avenidas, concorrência na utilização dos serviços, etc.

O coeficiente da variável *densidade de estabelecimentos*, *proxy* para a quantidade de serviços em cada distrito, apresentou-se significativo a 1%. É possível notar que a oferta de serviços dentro do distrito implica em valorização média das residências. O sinal positivo estaria revelando a preferência do consumidor por essa qualidade no distrito em que o imóvel está localizado.

Quando se coloca na análise que os agentes consumidores de imóveis na cidade de São Paulo atuam segundo afirma Tversky (2003), isto é, atribuindo significados à porção e segmentos da cidade, é possível compreender esse comportamento, a partir da Tabela 1.6, como efeito adjacência.

Quanto às variáveis que medem o efeito adjacência (EA), os coeficientes que apresentam significância estatística são: o coeficiente de *def. homicídio*, *def. emprego*, *def. densidade populacional* e *def. cultura*.

Nota-se que o efeito espacial medido pelas variáveis *def. homicídio* e *def. densidade populacional* dos vizinhos adjacentes afetam negativamente a determinação dos preços médios (efeito adjacência), assim como as variáveis *homicídio* e *densidade populacional* (efeito vizinhança). De outro modo, os distritos cujos vizinhos apresentem alto índice de homicídio implica

em redução do preço médio do imóvel, devido ao transbordamento negativo. O efeito negativo conjunto é de 5,15%²⁷.

O efeito adjacência da *densidade populacional* também reduz os preços médios dos imóveis, aludindo aos problemas existentes da aglomeração: trânsito, concorrência por bens e serviços, etc.

Das variáveis espaciais utilizadas para captar lazer, os coeficientes da quantidade de *biblioteca* e *densidade arbórea* dos vizinhos adjacentes não foram significativos. Todavia, a amenidade *cultura*, ofertada pelos vizinhos adjacentes, afeta positivamente os preços médios dos imóveis (ao nível de significância estatística de 11%), sugerindo que os consumidores maximizam a sua utilidade residindo próximo aos distritos que ofertam cinemas e teatros, e estão dispostos a pagar por essa “qualidade”. Em outras palavras, para as famílias não há necessidade que estes serviços estejam localizados espacialmente no distrito em que reside; contudo, deve circundar o distrito em que vive.

O coeficiente da variável *emprego* não apresentou significância estatística como efeito vizinhança, mas o coeficiente da defasagem da variável é estatisticamente significativo, isto é, existe transbordamento quanto à quantidade de emprego ofertada pelos distritos vizinhos. Esses resultados conjuntos sugerem a percepção espacial dos consumidores: trabalhar no mesmo distrito em que reside não é capaz de afetar o preço médio das residências, ou seja, as famílias não estariam dispostas a pagar a mais por essa característica/qualidade. Entretanto, os consumidores consideram que os postos de emprego estejam na adjacência do distrito em que reside e pagariam a mais pelo imóvel, demonstrando que a percepção de distância ao emprego importa. Resumidamente, o efeito adjacência em relação ao *emprego* afeta positivamente o preço médio do imóvel no distrito.

Comparando os dois efeitos, no que diz respeito à *densidade de estabelecimentos*, é possível notar que as famílias têm preferências apenas por serviços ofertados no distrito em que o imóvel está localizado, pois o coeficiente da variável defasada espacialmente, *def. densidade de estabelecimentos*, não é estatisticamente significativo. Já em relação à variável *cultura*, há um transbordamento espacial, enquanto inexiste efeito vizinhança.

Portanto, pôde-se demonstrar a coexistência de dois mecanismos sobre os preços médios dos imóveis: efeito vizinhança e efeito adjacência. Enquanto o primeiro está relacionado às mudanças nas características extrínsecas do distrito, o segundo diz respeito às alterações nas características extrínsecas dos distritos adjacentes.

²⁷ O efeito conjunto pode ser entendido como efeito vizinhança (EV) e efeito adjacência (EA) e calculado como: $EV + EA = e^{\gamma_{2j} + \rho_{2j}}$. A exponencial e decorre do fato da variável dependente ter sido construída como $\ln(\text{preço})$.

É importante destacar a análise exploratória espacial dos resíduos no modelo condicional espacial, o teste *I* de Moran indicou a não rejeição da hipótese nula, isto é, depois de defasadas as variáveis extrínsecas, pôde-se corrigir a autocorrelação espacial.

1.6.2. Modelo Hierárquico Linear

Embora o modelo hierárquico linear espacial seja o melhor modelo, a exposição do HLM permite compreender, comparativamente, as vantagens em tratar o problema da dependência espacial das variáveis explicativas.

Os resultados do modelo hierárquico linear são apresentados na Tabela 1.7. Duas observações devem ser feitas. Primeiro, o nível 1 do modelo não será demonstrado abaixo, pois a estimação não se altera. A segunda observação a ser feita é que, ao retirar as variáveis de contexto defasadas espacialmente, as variâncias que medem o efeito entre grupos foram ampliadas, o que significa dizer que o HLM diminui o grau de explicação dos preços médios de compra dos imóveis (comparação com a variância da Tabela 1.6), sugerindo que o efeito adjacência afeta a variável dependente e é capaz de aumentar o poder de explicação de variação do preço médio.

Percebe-se que as características extrínsecas (nível 2) passam a explicar 52% da variância remanescente nos preços médios, enquanto o nível 2, sob a abordagem HLME, explica 66% da variância dos preços. Comparando o HLM ao HLME, nota-se que os transbordamentos espaciais (efeito adjacência) explicam aproximadamente 14% da variação dos preços médios. O que justifica considerar o HLME como sendo o melhor modelo entre ambos, tanto por tratar a dependência espacial como por reduzir a variância do erro.

Embora não se possa concluir de forma precisa sobre os testes estatísticos do HLM devido à dependência espacial. Apenas com finalidade de exercício, faz-se uma análise nas características extrínsecas (CE). A partir da Tabela 1.7, pode-se notar que os coeficientes das variáveis que medem o efeito vizinhança (EV) que permaneceram significativos foram: *homicídio*, influenciando negativamente o preço médio, bem como a *densidade populacional* e *densidade de estabelecimentos*.

Os coeficientes das características extrínsecas *estrutura*, *cultura* (cinemas e teatros), *bibliotecas*, *empregos* e *densidade arbórea* não foram estatisticamente significativos. Assim, compreende-se que a utilidade dos consumidores não é maximizada a partir da qualidade *estrutura* dos distritos, o que é razoável, pois todos os apartamentos estão alocados em condomínios com infraestrutura de saneamento básico e oferta de energia elétrica. Tampouco, maximiza a utilidade dos consumidores a presença de cinemas e teatros (*cultura*), *bibliotecas*, *empregos* e *densidade arbórea*. Portanto, não são características/qualidades capazes de alterar o preço médio dos imóveis. Cabe

destacar que o coeficiente da variável *hospital per capita* ganha significância estatística, notando que o sinal é negativo. Acredita-se que o sinal revela os custos em residir em vizinhanças com hospitais, isto é, as externalidades negativas geradas pelo fluxo de pessoas, barulho de ambulâncias, etc.

Tabela 1.7 Parâmetros e Decomposição de Variância para o Modelo Condicional

Efeito Fixo	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística t	Grau de liberdade	P-valor
Nível 2:	$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{1j}ES + \gamma_{2j}H + \gamma_{3j}C + \gamma_{4j}B + \gamma_{5j}E + \gamma_{6j}DP + \gamma_{7j}DA + \gamma_{8j} \ln(DE) + \gamma_{9j} \ln(DC) + \gamma_{10j} \ln(DH) + u_{0j}$				
Intercepto	11.297	0.317	35.683	79	0.000
Estrutura	-0.011	0.107	-0.105	79	0.917
Homicídio	-0.036	0.006	-5.838	79	0.000
Cultura	0.002	0.004	0.462	79	0.645
Biblioteca	0.003	0.008	0.398	79	0.691
Emprego	0.004	0.003	1.429	79	0.157
Densidade Populacional	-0.035	0.010	-3.514	79	0.001
Densidade Arbórea	0.051	0.384	0.133	79	0.895
Densidade Estabelecimento	0.230	0.072	3.187	79	0.002
Hospital por mil	-0.936	0.415	-2.255	79	0.027
Efeito Aleatório	Desvio Padrão	Componente da Variância	Grau de Liberdade	Chi-quadrado	P-valor
Imóveis	0.2194	0.0482			
Distritos	0.3813	0.1454	79	38886.27	0.000

Nota: * $p < 0.01$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.1$

Numa análise global do modelo hierárquico linear, os agentes, em algumas situações, observam a vizinhança/distrito que sua residência está inserida, em outras situações observam a distância entre a localização do imóvel e determinado ponto. Por exemplo, no que se refere às unidades subnormais (favelas ou cortiços), os consumidores preferem se afastar delas comparativamente a ter no distrito uma estrutura média que caracterize uma favela na vizinhança em que reside, uma vez que o coeficiente da primeira variável é estatisticamente significativo, enquanto o segundo não. Outra observação relevante diz respeito às distâncias em relação aos hospitais, que não apresentam influência nos preços dos imóveis, mas o coeficiente do número per capita de hospitais no distrito é estatisticamente significativo, sugerindo que esta é uma característica que não maximiza a utilidade do consumidor e, portanto, impacta negativamente o preço médio do imóvel. No que se refere à distância ao CBD e a densidade de estabelecimentos em cada distrito, é possível perceber que o coeficiente da primeira variável é menor quando comparado ao coeficiente da segunda variável. Isso pode sugerir que a oferta de bens e serviços no distrito em que o imóvel está localizado é uma qualidade mais relevante nas preferências dos consumidores *vis à vis* a distância da Sé.

1.7.Considerações Finais

Este trabalho discutiu a interação entre as características que determinam os preços dos imóveis. Nesse sentido, a seção teórica buscou sintetizar de forma “evolutiva” as contribuições teóricas da Nova Economia Urbana, além de discutir as abordagens empíricas para a medição do preço dos imóveis por intermédio da abordagem de preços hedônicos.

Para alcançar tal objetivo, foi necessária uma breve discussão, *a priori*, dos conceitos de vizinhança, cujo objetivo foi trazer à análise o componente espacial, para além das distâncias euclidianas sugeridas pela NEU. Embora existam teóricos que tenham contemplado o papel da vizinhança de forma hierárquica, notou-se uma lacuna no que tange à interação espacial entre as vizinhanças. Por conseguinte, buscou-se compreender como se dão essas relações, as quais foram denominadas de efeito vizinhança e efeito adjacência.

Metodologicamente, foram elaborados o modelo hierárquico linear espacial (MHLE) e o modelo hierárquico linear (MHL). A preferência pela utilização de um modelo que considere a hierarquia dos dados advém do fato dos modelos de preços hedônicos lineares (desconsiderando os níveis hierárquicos de cada variável) violarem o pressuposto da independência entre as observações com dados aninhados em mesmo nível, enquanto a modelagem hierárquica supera essa violação. Além disso, tal abordagem contribui à análise do efeito espacial (efeito vizinhança), permitindo caracterizar a distribuição do valor dos imóveis no espaço e observar a variância decorrente de cada nível hierárquico. Todavia essa abordagem geográfica fica limitada à vizinhança no sentido de Megbolugbe (1996) e Galster (2001). Já o modelo hierárquico linear espacial permite capturar as similaridades entre a localização e preço do imóvel, bem como modelar o efeito de transbordamento entre os distritos, isto é, o efeito adjacência e, por conseguinte, corrigir a dependência espacial.

No que tange à estimação, notou-se que 40% do preço dos imóveis são explicados pelo segundo nível hierárquico. Ademais, pôde-se concluir que as características intrínsecas são responsáveis por 60% da variação dos preços de venda dos imóveis. E dessa proporção, 89% é explicada pelas características intrínsecas.

Além da contribuição metodológica e empírica para a estimação do preço de imóveis, uma segunda contribuição do trabalho diz respeito à análise espacial, o tratamento da dependência espacial e os transbordamentos de variáveis que compõem a vizinhança. Dos resultados da estimação considerando os transbordamentos espaciais, inclina-se fortemente a inferir que os consumidores destacam amenidades, tanto no distrito em que o imóvel está localizado quanto no distrito contíguo, sendo importante ressaltar que o efeito vizinhança e adjacência, conjuntamente, explicam aproximadamente 66% do preço da residência. Ademais, foi possível compreender que

alterações em determinadas características extrínsecas de distritos adjacentes são capazes de transbordar e afetar o sistema de preços médios dos imóveis.

Ao considerar o modelo hierárquico linear, isto é, sem tratar a dependência espacial, 52% das diferenças remanescentes nos preços médios dos imóveis são explicadas pelas variáveis extrínsecas situadas no mesmo distrito. Esse resultado corrobora a afirmativa de que o modelo HLME é superior ao HLM, uma vez que a explicação da variância do preço médio é reduzida. Pesa ainda o fato da dependência espacial não ter sido tratada.

Portanto, o estudo da avaliação dos atributos e os respectivos impactos que as amenidades (vizinhança e adjacência) exercem sobre os preços fornecem maior compreensão da dinâmica e tendência do espaço no município de São Paulo, em outras palavras, é possível compreender o padrão dos produtos lançados no espaço em função das características do próprio espaço. Ademais, a modelagem hedônica fornece subsídios para a tomada de decisão por parte do produtor, bem como é capaz de balizar decisões de políticas públicas em escala intra-urbana, tanto no que se refere à oferta do produto por distrito (ótica do produtor) quanto às diretrizes de projetos, oferta de recurso, e serviços e seus impactos na valoração dos imóveis (ótica pública).

Desse estudo nascem algumas outras questões que são passíveis de tratamento visando à extensão da literatura para compreensão do mercado complexo de imóveis. Como sugestão, tomar novas variáveis explicativas no primeiro e/ou no segundo nível, visando a novas investigações e modelagens. Assumir novas formações de vizinhança também se faz pertinente. É possível também utilizar outras técnicas, talvez montando uma ponte com a economia comportamental e buscar compreender porque os agentes econômicos descontam a influência das atividades e/ou serviços oferecidos em vizinhanças adjacentes ao que estão alocados.

1.8. ANEXO A: Estimação completa

Efeito Fixo	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística t	Grau de liberdade	P-valor
Dormitório	0.161	0.006	24.987	9633	0.000
Banheiro	0.104	0.016	6.542	9633	0.000
Vaga	0.144	0.024	6.076	9633	0.000
Elevador	0.003	0.002	1.254	9633	0.210
Bloco	-0.019	0.004	-4.606	9633	0.000
Andar	0.002	0.001	2.467	9633	0.014
Área útil	0.002	0.000	6.434	9633	0.000
Área total	0.000	0.000	0.307	9633	0.759
Distância ao CBD	-0.017	0.008	-2.242	9633	0.025
Distância ao Metrô/Trem	-0.016	0.008	-2.003	9633	0.045
Distância à Favela	0.028	0.013	2.108	9633	0.035
Distância ao Hospital	-0.005	0.010	-0.461	9633	0.644
SPA	0.634	0.022	28.332	9633	0.000
SPM	0.306	0.011	28.274	9633	0.000
D85	0.106	0.017	6.243	9633	0.000
D86	0.381	0.029	13.350	9633	0.000
D87	0.323	0.025	12.818	9633	0.000
D88	0.244	0.023	10.753	9633	0.000
D89	0.427	0.029	14.720	9633	0.000
D90	0.375	0.027	13.821	9633	0.000
D91	0.355	0.028	12.493	9633	0.000
D92	0.276	0.025	11.069	9633	0.000
D93	0.169	0.019	8.768	9633	0.000
D94	0.120	0.021	5.637	9633	0.000
D95	0.140	0.020	7.066	9633	0.000
D96	0.128	0.020	6.490	9633	0.000
D97	0.084	0.024	3.483	9633	0.001
D98	0.076	0.024	3.179	9633	0.002
D99	0.020	0.020	1.011	9633	0.313
D01	-0.051	0.021	-2.385	9633	0.017
D02	-0.041	0.023	-1.827	9633	0.067
D03	-0.087	0.031	-2.785	9633	0.006
D04	-0.067	0.035	-1.936	9633	0.052
D05	-0.088	0.032	-2.760	9633	0.006
D06	-0.077	0.027	-2.816	9633	0.005
D07	0.015	0.025	0.616	9633	0.538
D08	-0.032	0.033	-0.974	9633	0.330
D09	0.043	0.022	1.953	9633	0.050
D10	0.147	0.037	4.020	9633	0.000
D11	0.237	0.041	5.726	9633	0.000
D12	0.195	0.035	5.654	9633	0.000

Intercepto	11.297	0.317	35.683	79	0.000
Estrutura	-0.011	0.107	-0.105	79	0.917
Homicídio	-0.036	0.006	-5.838	79	0.000
Cultura	0.002	0.004	0.462	79	0.645
Biblioteca	0.003	0.008	0.398	79	0.691
Emprego	0.004	0.003	1.429	79	0.157
Densidade Populacional	-0.035	0.010	-3.514	79	0.001
Densidade Arbórea	0.051	0.384	0.133	79	0.895
Densidade Estabelecimento	0.230	0.072	3.187	79	0.002
Hospital per capita	-0.936	0.415	-2.255	79	0.027
Efeito Aleatório		Componente da	Grau de		
	Desvio Padrão	Variância	Liberdade	Chi-quadrado	P-valor
Imóveis	0.2194	0.0482			
Distritos	0.3813	0.1454	79	38886.27	0.000

2. USO MISTO DO SOLO INTRAURBANO E O IMPACTO NA RENDA DO SOLO SOB UMA ABORDAGEM DA FIRMA: UMA ANÁLISE PARA A CIDADE DE SÃO PAULO

2.1.Introdução

A cidade de São Paulo que se formou em torno de um único centro observa, ao longo de algumas décadas, a formação de outros centros e subcentros. Meyer e Biderman (2004) apontam o caminho que a firma seguiu dentro da cidade: o setor terciário (serviços) se move do centro antigo da cidade de São Paulo (subprefeitura da Sé) em direção à Avenida Paulista, em 1960. Entre 1970-1980 se espraia pela região da Avenida Faria Lima, Itaim e Marginal Pinheiros. E na década de 90, Vila Olímpia e Avenida Luis Carlos Berrini tornam-se pólos empregatícios na cidade. Nos anos 2000, nota-se ainda o espraiamento em direção da Vila Leopoldina.

Essa aglomeração transforma a configuração do espaço urbano e da economia local. Segundo Lemos (1988), a cidade de São Paulo perdeu sua característica essencialmente industrial, dando lugar ao setor de serviços (expansão terciária)²⁸. O deslocamento se deu em função da busca por redução de custo e de ganho com a especulação imobiliária (SZMRECSÁNYI, 2004), abriu-se espaço para uma reestruturação espacial na cidade de São Paulo.

Essa expansão ganha força com a nova divisão internacional do capitalismo, impulsionada pela globalização. Muitos autores têm falado sobre o papel de determinadas cidades nesse cenário. Friedman (1995) elenca a cidade de São Paulo – juntamente com metrópoles como Paris, Madri, Cidade do México e Seul – como uma cidade de segundo escalão, isto é, uma cidade que articula a economia nacional com o sistema econômico mundial. Diniz e Crocco (1996) destacam, especificamente, a influência do Mercosul sobre a região metropolitana de São Paulo (RMSP), reafirmando a prevalência da região devido à recentralização financeira e de serviços produtivos complexos. Esse movimento posiciona a RMSP como o único espaço localizado no Brasil integrado ao sistema de cidades globais.

No que tange ao município de São Paulo, essa posição no cenário nacional e internacional se deu por meio do desenvolvimento da infraestrutura de telecomunicações, transporte e energia, vinculados a grandes centros financeiros e corporações nacionais e internacionais (NOBRE, 2000).

Essa nova característica traz consigo a demanda por espaços comerciais/corporativos que, no caso de São Paulo, entremeiam o espaço urbano, formando múltiplos centros, como os supracitados

²⁸ Sobre esse processo de desindustrialização da cidade de São Paulo e a nova estrutura industrial do estado de São Paulo, ver Ablas (1989), Cano (1990), Cano e Pacheco (1991), Martine e Diniz (1991).

por Meyer e Biderman (2004), podendo ser centros menores formados fora desse eixo principal da cidade.

Desse espraiamento do setor terciário pela cidade e da demanda por terrenos que comporte a demanda corporativa, é possível observar uma tensão imobiliária quanto ao uso do solo. Essa demanda por espaço corporativo implica numa demanda por espaço residencial pelos ofertantes de mão de obra, culminando no uso misto do solo urbano. A mudança de uso do solo na direção famílias-firmas (ou vice-versa) e firmas-firmas significam transformações quantitativas para um dado tipo de uso do solo, seja de acréscimo ou de decréscimo do uso (BRIASSOULIS, 2000). Essa mudança pode ser de conversão de um uso para outro ou modificação de um mesmo tipo, alterando apenas o padrão, isto é, de residências de baixo padrão para residências de alto padrão (ALMEIDA *et al.*, 2005).

Resumidamente, a demanda por espaços corporativos (comerciais, industriais, hoteleiro, shoppings, escolas, etc.) concorre com a demanda do uso do solo para outros fins, tais como residenciais. Dessa relação de forças e do próprio crescimento econômico se destaca a contínua mudança do espaço intraurbano, impactando diretamente na renda da terra.

Vale dizer que, ao longo da primeira década dos anos 2000, a área de terreno para fins comerciais na cidade de São Paulo cresceu 31%, segundo a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SMDU). Enquanto a área de terreno para fins residenciais cresceu 51%. Dentre os distritos com maior concentração de área voltada para fins comerciais, segundo a SMDU, no ano de 2010, tem-se Barra Funda (88%), Sé (86%), Bom Retiro (79%), Brás (72%), Butantã (66%), Pari (64%), Vila Leopoldina (64%), Belém (62%), Cambuci (60%). Em outras palavras, pode-se inferir que nesses distritos existe certa resistência para o uso do solo voltado às famílias.

Isto posto, o objetivo é entender quantitativamente qual a influência desta concorrência de uso do solo sobre a renda da terra para as firmas (aluguel corporativo) no Município de São Paulo (MSP). De outra forma, busca-se entender qual o impacto na renda da terra para firma quando determinado distrito apresenta maior concentração de uso do solo pelas firmas ou pelas famílias.

A análise desse problema de pesquisa se fundamenta no modelo teórico proposto por Wheaton (2004), no qual a renda da terra para a firma considera a utilização do uso do solo para os dois agentes econômicos (famílias e firmas). Por conseguinte, um modelo empírico é sugerido com base nesse modelo teórico, estimando qual o impacto monetário a que está sujeita a renda do solo para a firma quanto às variações de utilização do uso do solo para cada agente.

Dada a dinâmica do cenário urbano do município de São Paulo e a crescente oferta de imóveis residenciais e comerciais, o modelo proposto contribui para a tomada de decisão por parte das

construtoras ao considerar os lançamentos (residenciais e comerciais), quer seja oferta própria quer seja oferta do concorrente, em determinado espaço e o impacto desses lançamentos sobre preços de aluguéis corporativos, bem como pode auxiliar projetos de políticas de planejamento urbano.

Além desta introdução, o presente ensaio está organizado da seguinte forma: a segunda seção expõe a revisão de literatura tendo como foco o modelo teórico proposto por Wheaton. A terceira seção apresenta analiticamente o modelo econométrico espacial. Na quarta seção serão expostas a unidade espacial utilizada no modelo, as variáveis utilizadas e as bases de dados. A quinta seção será reservada à exposição dos resultados e a sua discussão. A sexta seção faz as considerações finais.

2.2. Modelo Teórico: Uso Misto do Solo Intraurbano

Efetivamente, nas grandes cidades, é difícil encontrar um padrão espacial monocêntrico. Na verdade, a configuração espacial das grandes cidades modernas contempla múltiplos centros (CBD e SBD²⁹). Esta característica implica numa concorrência do uso do solo entre firmas e famílias, como proposto por Wheaton (2004).

Dentro da proposta de um modelo estrutural microfundamentado, Wheaton (2004) ressalta as contribuições de Mills (1972), White (1976, 1988) e Fujita e Ogawa (1982) no que se referem aos fatores que fazem com que as firmas se localizem próximas às residências em busca de menores deslocamentos e, por conseguinte, menores salários a serem pagos. Solow (1973) traz, pela primeira vez, o fator congestionamento para a análise sobre padrão espacial. Fujita e Ogawa (1982), Helsley e Sullivan (1991) e Anas e Kim (1996) trataram do fator da aglomeração para as firmas e sua escolha de espaço urbano.

Segundo Solow (1973), existe uma distorção nas cidades que os modelos, até então, desconsideravam: o congestionamento. Para Solow (1973), quando as ruas ou outras instalações de transporte se tornam congestionadas (no sentido de que uma viagem adicional para um passageiro impõe custos sobre os demais), estas são usadas de forma ineficiente, ao menos que exista pedágio como meio de ajuste do excesso de demanda por espaço urbano. Assim, o custo privado de deslocamento é menor que o custo social. Portanto, em havendo congestionamento, existe uma espécie de dependência mútua: o custo de transporte privado depende do volume de tráfego e o volume de tráfego depende do custo de transporte privado.

Assim, para Solow (1973), desconsiderar o congestionamento implica em assumir que o preço da terra, que reflete o diferencial de custo de viagem, reflete apenas o custo privado. Para tanto, o

²⁹ Subcenter Business District, local de concentração de empregos fora do centro principal da cidade (CBD: *Central Business District*).

modelo de equilíbrio parcial abrange a decisão das famílias em consumir o bem habitação e outros bens sujeitos ao aluguel da terra em determinado ponto da cidade e ao custo de transporte, este internaliza o fator congestionamento. Como resultado, Solow (1973) aponta que, ao excluir o efeito congestionamento, os aluguéis próximos ao centro são muito baixos para refletir, adequadamente, o valor social do custo de transporte que as famílias evitam.

Helsley e Sullivan (1991) propõem três modelos dinâmicos de equilíbrio parcial sobre a formação de subcentros urbanos capazes de explicar como, numa cidade em crescimento, os subcentros surgem como resposta à tensão entre economias de escala externa e deseconomias no transporte, dado determinado nível de infraestrutura.

Partindo de uma função de produção que depende do crescimento populacional e infraestrutura homogênea e heterogênea – modelos um e dois –, os autores afirmam que o planejador depara em alocar este crescimento populacional em duas localidades, centro ou subcentro. No problema de otimização, o crescimento populacional deveria ser alocado no centro (incentivando a economia de escala externa) até o ponto em que essa economia externa fosse superada pela deseconomia do transporte, em outras palavras, o desenvolvimento do centro se daria até o ponto em que a deseconomia do transporte não reduzisse o valor social do trabalho no centro da cidade vis-à-vis o valor social do trabalho no subcentro. Embora, em ambos os modelos, o subcentro se desenvolveria exclusivamente após o desenvolvimento do centro, o período em que o desenvolvimento do primeiro ocorreria difere quando se compara o modelo um ao modelo dois de Helsley e Sullivan (1991).

No terceiro modelo, Helsley e Sullivan (1991) propõem diferenças em gerar e utilizar as economias externas de escala (externalidade não-recíproca). Esse pressuposto elimina a possibilidade de um período exclusivo de desenvolvimento do subcentro. Todavia, enquanto o centro cresce, permanece a condição para que o subcentro seja desenvolvido: o valor social marginal do trabalho no subcentro excede o valor marginal social do trabalho no centro da cidade.

Diferentemente de Helsley e Sullivan (1991), Anas e Kim (1996) propõem tratar o problema de uma cidade policêntrica, usando uma abordagem de equilíbrio geral proveniente do equilíbrio parcial das firmas, das famílias e do setor de transporte. Assumindo que o uso do solo para produção e habitação pode ocorrer em qualquer lugar num espaço vazio, tornando-se interdependente, a localização espacial intra-urbana, a partir do pressuposto relacionado à decisão de locomoção dos consumidores e os encadeamentos industriais entre firmas.

Nas simulações apresentadas por Anas e Kim (1996), dois casos são apresentados. O primeiro, quando o tamanho do centro comercial não afeta as preferências e o congestionamento é

assumido exógeno, então os picos de aluguel, salário, preços dos bens e tráfego são localizados na zona central. Todavia, quando o tamanho do centro comercial afeta as preferências, a estrutura da cidade é policêntrica, isto é, com múltiplos equilíbrios – empregos em determinadas zonas e residências nas demais. Ainda neste último caso, os autores afirmam que as preferências por centros comerciais maiores encorajam um padrão disperso dos centros. Outro fator que leva à dispersão é o custo elevado de transporte, fazendo com que as firmas se localizem mais próximas às residências a fim de reduzir tempo de viagem dos trabalhadores e custo de deslocamento.

Embora os trabalhos proponham avanços teóricos pertinentes à análise locacional dos agentes econômicos no espaço urbano, tais autores (HELSLEY e SULLIVAN, 1991; ANAS e KIM, 1996) permaneceram considerando zonas específicas de moradia e firma (comércio). A contribuição de Wheaton (2004) está em trazer ao estudo a tensão do uso do solo. Utilizando da teoria microeconômica clássica, isto é, a convivência entre firmas e famílias na mesma zona, considerando o efeito do congestionamento, aglomeração e acessibilidade sob uma abordagem de equilíbrio geral.

Wheaton (2004) propõe uma síntese dos modelos acima (SOLOW, 1973; FUJITA E OGAWA, 1982; HELSLEY e SULLIVAN, 1991; ANAS e KIM, 1996) com a introdução do uso misto do solo. De outro modo, a utilização de determinada área não é exclusiva de famílias ou firmas. Segundo o autor, há evidências empíricas sobre a utilização mista do uso do solo nas cidades americanas, onde as residências e firmas estão entremeadas e, somente, em alguns casos, os empregos são mais centralizados que as casas, o que contradiz a teoria tradicional de mercados espaciais competitivos de uso exclusivo de zonas ou anéis (ALONSO, 1964; MUTH, 1967 e 1972; MILLS, 1972; WIEAND, 1987; HARTWICK E HARTWICK 1974; KIM 1983; WHITE, 1973)

O modelo de uso misto de Weathon (2004) considera uma cidade circular com a localização definida como sendo uma distância t do centro de negócios (CBD). A adoção de uso comercial e uso habitacional é dado na forma fracional, como $F(t)$ e $1 - F(t)$, respectivamente. O uso total da terra por agente econômico é medido como abaixo:

$$e(t) = \int_0^t 2\pi x \frac{F(x)}{q_f} dx \quad (1)$$

$$h(t) = \int_0^t 2\pi x \frac{1-F(x)}{q_h} dx \quad (2)$$

Em que $e(t)$ e $h(t)$ são os usos fixos para o local de trabalho e residencial, respectivamente, podendo ser considerados como o número de trabalhadores e famílias concentrados até a distância t ; q_f e q_h são as quantidades de trabalhadores e famílias.

Nesse modelo de uso misto do solo, a distribuição espacial do emprego e das famílias apresenta um limite, isto é, o modelo é de uma cidade fechada. Em outras palavras, não existe empregos ou famílias além da distância b_f e b_h , respectivamente. Nesses pontos, a distribuição cumulativa é igual ao número exógeno de empregos e famílias (E e H). Wheaton (2004) assume que nas fronteiras da cidade valem as relações:

$$e(b_f) \equiv E \equiv H \equiv h(b_h), \quad e(0) = 0 = h(0) \quad (3)$$

Outro pressuposto simplificador dos fluxos de tráfego é que a tecnologia de transporte permite deslocamento apenas dentro da cidade radial e o comportamento de demanda de viagem, $D(t)$, dos trabalhadores é descrito como:

$$D(t) = e(t) - h(t) \geq 0 \quad (4)$$

$$D(b_h) = D(0) = 0$$

$$b_f \leq b_h \quad (5)$$

A equação 4 descreve que o número de passageiros passando em cada distância na cidade é igual à diferença entre o número acumulado de trabalhadores até o ponto em questão e o número acumulado de residentes vivendo neste mesmo ponto. Desse pressuposto, pode-se inferir que inexistiria deslocamento quando, em todas as distâncias, $e(t) = h(t)$ ³⁰. Sob um padrão de uso do solo $F(t)$ que gere demanda por viagens, a demanda é maximizada quando, a uma determinada distância, o número marginal de famílias iguale ao número marginal de empregos. Então, $D(t)$ alcança o máximo local, quando:

$$\frac{1-F(x)}{q_h} = \frac{F(x)}{q_f} \quad (6)$$

Da equação 6 pode-se notar que quanto menor for q_f em relação a q_h , a demanda máxima por viagem tende a acontecer quando $F(t)$ tende a zero. E $F(t)$ tende a ser mínimo em b_f . Em outras palavras, os maiores deslocamentos correm na fronteira da cidade, independentemente de quão disperso esteja o trabalho³¹.

A equação 4 pode ser transformada em custo de viagem $C(t)$, para tanto a função alterada de Sollow (1973) é:

³⁰ Cabe destacar que esse processo tem começado a ser percebido na cidade de São Paulo. Tem se iniciado a oferta de apartamentos e escritórios nas mesmas torres e/ou no mesmo condomínio. Esse comportamento decorre do custo de deslocamento, sobretudo o fator congestionamento. Todavia, cabe destacar que esses empreendimentos são de alto padrão e não corresponde a lógica da cidade como um todo, como pode ser retratado no Gráfico 4.

³¹ Se a fração de uso do solo for dado sempre como $F(t) = \frac{q_f}{q_f + q_h}$, então, em ocorrendo o máximo local como na equação 6 – q_f mínimo – pode-se depreender que $F(t)$ é próximo de zero (limite da cidade) e, neste ponto, a demanda por transporte é máxima.

$$\frac{\partial C(t)}{\partial t} = C'(t) = \left[\frac{D(t)}{S(t)} \right]^\alpha + \beta \quad (7)$$

Em que $S(t)$ é a capacidade de transporte e β é o custo fixo de viagem. Portanto, o custo de transporte é dado pela demanda sobre a capacidade que determinada cidade tem em atender a essa procura por viagem. No modelo de uso misto, essa capacidade é assumida como sendo as ruas. E, por simplicidade da modelagem, assume-se que a capacidade de transporte fornecida não consome unidades adicionais de solo.

Para Wheaton (2004), a escolha locacional das firmas se dá em função das economias de aglomeração, custo de deslocamento e congestionamento. Isto significa que a decisão locacional não é a mesma para todas as firmas, culminando com o uso misto do solo.

A otimização do modelo é considerada ao assumir que o efeito da economia de aglomeração ($Q(t)$ - produtividade), juntamente com o custo de deslocamento determina a escolha locacional da firma. Isto posto, o problema de maximização segue a equação 8³²:

$$\max_{F(t)}: \int_0^T 2\pi t F(t) Q(t) dt - \int_0^T D(t)^{\alpha+1} dt \quad (8)$$

Ao diferenciar (4) em relação a t e aplicando (1) e (2), obtém-se uma equação diferencial que relaciona $F(t)$ às variações em $D(t)$:

$$D'(t) = 2\pi t [2F(t) - 1] \quad (9)$$

O problema de maximização está sujeito às seguintes restrições³³:

$$0 \leq F(t) \leq 1 \quad (10.1)$$

$$0 \leq D(t) \leq H \quad (10.2)$$

$$D(0) = D(T) = 0 \quad (10.3)$$

De (8)-(10) tem-se o problema de controle ótimo (Hamiltoniano – \mathcal{H}) como abaixo:

$$\mathcal{H} = 2\pi t F(t) Q(t) - D(t)^{\alpha+1} + \lambda(t) [2\pi t [2F(t) - 1]] \quad (11)$$

A solução para o problema envolve duas condições gerais. Primeiro, F deve otimizar \mathcal{H} em todo t , dadas as restrições requeridas.

³² Para essa apresentação, Wheaton (2004) assume as seguintes simplificações: $S(t) = S = 1$, $\beta = 0$ e $q_f = q_h = 1$. Embora essas simplificações sejam restritivas, elas não alteram materialmente os resultados. (WHEATON, 2004, p. 424).

³³ As restrições fornecem um conjunto de soluções factíveis. Dada a restrição (10.3), $D'(0)$ deve ser maior ou igual a zero, caso contrário a demanda seria negativa. Para que essa restrição valha, a restrição (10.1) deve ser maior ou igual a $1/2$. Ademais, ainda sob (10.3), é necessário que valha: $D'(T) \leq 0$, e, para isso, (10.1) deve ser menor ou igual a $1/2$.

$$[2\pi tQ(t) + \lambda(t)4\pi t] \begin{cases} \leq 0, & \text{se } F(t) = 1 \\ \geq 0, & \text{se } F(t) = 0 \\ = 0, & \text{se } F(t) \text{ estiver entre } 0 - 1 \end{cases} \quad (12)$$

A segunda condição dever valer em qualquer lugar com a igualdade seguinte:

$$\delta H / \delta D(t) \equiv -(\alpha + 1)D(t)^\alpha = -\lambda'(t), \text{ para todo } t \quad (13)$$

Ademais, $\lambda(t)$ deve ser negativo e, também, não decrescente em t .

Portanto, quando (12) vale com igualdade, então esta pode ser diferenciável:

$$Q'(t)/2 = -\lambda'(t) \quad (14)$$

Portanto, combinando (14) em (13) e diferenciando novamente, é possível obter o comportamento côncavo da produtividade, sob as restrições (10):

$$Q''(t)/2 = [-\alpha(\alpha + 1)D(t)^{\alpha-1}]D'(t) = [-\alpha(\alpha + 1)D(t)^{\alpha-1}][2\pi t[2F(t) - 1]] \quad (15)$$

A partir da maximização do Hamiltoniano proposto por Wheaton, seguem as seguintes proposições³⁴ sob algumas hipóteses. Proposição 1: empregos totalmente espalhados pela cidade nunca é ótimo para um gradiente³⁵ de produtividade da firma negativo; Proposição 2: $t = 0$ implica em $F(0) = 1$, dado $D(0) = 0$. Em outras palavras, no centro da cidade a concentração se dará com firmas³⁶. Proposição 3: dada a produtividade marginal decrescente em função da distância a um centro de negócios, então deve existir um centro de negócios no espaço intraurbano – para $F(0) = 1$. Proposição 4: o uso misto do solo da cidade é possível apenas quando a produtividade marginal da firma decrescer com o distanciamento do centro da cidade, devendo essa localização (t) estar aquém da localização ótima (t^*), ou quando a produtividade marginal crescer com o distanciamento, esta localização deve ser maior que a localização ótima. Matematicamente, exceto em $t = 0$, somente se $Q''(t) < 0$ para algum intervalo de $t < t^*$ e $Q''(t) > 0$ para $t > t^*$.

Resumidamente, o resultado exposto por Wheaton afirma que o uso totalmente misto da terra nunca será ótimo, pois a aglomeração sempre fornece crescimento para algum grau de centralidade dos empregos. Ademais, zonas de negócios centrais (CBDs) exclusivos são normalmente ótimos, exceto se o padrão particular de aglomeração corresponder exatamente à demanda por tráfego (2004, p. 426).

³⁴ As provas fornecidas para cada proposição podem ser vista em Wheaton (2004).

³⁵ Entende-se por gradiente o comportamento de determinada variável espaço (preço, produtividade, salário, etc.). Por exemplo, o gradiente de produtividade negativo significa dizer que, do ponto referencial assumido, a produtividade da firma declina até o limite dessa cidade hipotética.

³⁶ Isto ocorre porque $Q''(0)$ pode ser positiva ou negativa, não valendo para $t = 0$. Os únicos valores de $F(t)$ onde (14) não valerá ocorrem em uma das duas restrições: $F(0) = 0$ é descartada a partir de (10) e (11) e então $F(0) = 1$

A partir da conclusão, exposta acima, de que a função de aglomeração pode ser ótima se o emprego for total ou parcialmente concentrado. A próxima análise é sobre o gradiente de renda da terra, tanto da firma quando das residências, sob o modelo de mercado competitivo de solo.

Para tanto, assumindo que o consumo da terra seja fixo e que a utilidade das famílias dependa somente da renda líquida (salário deduzido o custo de transporte e aluguel)³⁷, as famílias se deparam com duas escolhas: onde viver e onde trabalhar. Logo, devem existir dois gradientes de preços para deixar as famílias indiferentes em relação a cada decisão.

Para as famílias com residências fixas, todas as opções de locais de trabalho devem auferir salários idênticos³⁸. Isso posto, segue que o gradiente de salário marginal $W'(t)$ deve variar com o custo marginal do deslocamento $C'(t)$:

$$\frac{\partial W(t)}{\partial t} \equiv W'(t) = -C'(t), \quad W(0) = W_0 \quad (16)$$

Já para famílias que têm postos de emprego fixos, a alternativa de escolha é o lugar onde residir. Neste caso, o gradiente de aluguel da terra para as famílias $R_h(t)$ deve variar com o custo marginal do deslocamento e, em qualquer lugar, é maior que a renda de reserva da terra (A), exceto na fronteira do desenvolvimento residencial (b_h).

$$\frac{\partial R_h(t)}{\partial t} \equiv R_h'(t) = -\frac{C'(t)}{q_h}, \quad R_h(b_h) = A \quad (17)$$

Portanto, no equilíbrio, as localizações de empregos devem ser igualmente lucrativas em qualquer lugar do espaço intraurbano, e a produtividade $Q(t)$, salários $W(t)$ e aluguel da terra pago pela firma $R_f(t)$ devem se compensar. Por fim, o gradiente do aluguel da terra para a firma $R_f(t)$ obedece às seguintes condições:

$$\frac{\partial R_f(t)}{\partial t} \equiv R_f'(t) = \begin{cases} [Q'(t) - W'(t)]/q_f & (a) \\ [Q'(t) + C'(t)]/q_f, R_f(b_f) = A & (b) \end{cases} \quad (18)$$

Em que b_f é o limite da oferta de emprego pelas firmas.

Da equação acima, pode-se inferir que, se o custo marginal de viagem superar o declínio marginal da produtividade, o gradiente da renda tende a aumentar com a distância. Numa situação em que o declínio da produtividade marginal supera o custo marginal de viagem, a renda da terra decresce com a distância.

³⁷ Assume-se consumidor homogêneo em todo o espaço intraurbano, portanto, no equilíbrio, a renda líquida deve ser constante em todas as localizações.

³⁸ Dado que o aluguel é fixo, pelo local de residência, a escolha de onde trabalhar impacta a renda líquida via o custo de deslocamento. Segundo Wheaton (2004:428): “At points of maximum congestion it is possible that $C' > -Q'$ and firm bid rents will locally slope up with greater distance. (...) this is likely to happen near to the edge of employment (...)”

O equilíbrio locacional das firmas e famílias é obtido se valerem (16) a (18). Ademais, os gradientes de renda e salário que asseguram o equilíbrio dependem do congestionamento, que, por sua vez, depende do fluxo de viagem, este, ainda, depende do padrão do uso misto do solo.

A divergência do modelo de Wheaton (2004) aos demais modelos de usos segregacionistas é que estes, sob uma abordagem de competição tradicional, assumem que o consumo da terra será utilizado pelo seu “mais alto uso”, isto é, maior retorno da renda do solo levaria a uma segregação perfeita do espaço. Wheaton (2004) discorda dos teóricos de usos exclusivos da terra, afirmando não ser a renda o fator que determina o uso do solo, mas que são os efeitos aleatórios que permitem coexistir usos diferentes na mesma localização (2004, p. 427). O autor propõe dois argumentos para explicar o uso misto do solo: 1) dimensões locacionais não mensuradas e/ou 2) variações aleatórias na utilidade ou produção. Exemplo do primeiro argumento seria a tendência do primeiro andar dos prédios serem ocupados pelas firmas (comércios), enquanto as residências estariam nos andares superiores. Esta preferência espacial, segundo Wheaton, decorre do impacto imensurável gerado pelo tráfego de pedestres, resultando no misto de uso. As preferências das firmas por esquinas e localizações frontais também resultam no uso misto do solo. Sobre o segundo argumento, em havendo variações aleatórias na utilidade ou produção, então, estas variações gerariam rendas aleatórias. Assim, a conclusão é que o uso do solo geraria uma distribuição probabilística quanto ao uso misto. Esse pressuposto em Wheaton (2004) está embasado em Anas e Kim (1999).

Em outras palavras, a partir do pressuposto assumido acima, a determinação do uso do solo não é consequência da renda do solo, mas de fatos aleatórios que podem advir das preferências do consumidor ou da firma, ou do próprio espaço. Esse pressuposto é de suma relevância para a modelagem econométrica, pois resolve a possível endogeneidade gerada pela simultaneidade entre renda e uso/consumo do solo. Para Wheaton a renda relativa da terra (R_f e R_h) é capaz de explicar o padrão espacial entre os agentes, mas não é o fator substantivo que leva ao consumo do solo em determinada área – como dito, esse é determinado por fatores componentes das preferências dos agentes econômicos.

Os padrões de uso misto do solo podem ser apresentados como de uso misto parcial e de uso misto total. Estes padrões dependem da combinação de três fatores, segundo o modelo estrutural:

- a) Produtividade urbana
- b) Capacidade de transporte
- c) Tamanho da população

Sobre o primeiro fator, o grau de dispersão dos postos de emprego dentro dessa cidade estilizada depende do nível de aglomeração ou quão rápido a produtividade da firma declina com o

distanciamento do centro de negócios. Desse fator, tem-se a Proposição 5 – baixa aglomeração gera maior dispersão dos empregos nas cidades de uso misto do solo.

Em relação à capacidade de transporte, uma expansão da capacidade impacta diretamente nos gradientes de renda da terra, mas não sem custo, isto é, esse melhoramento no fluxo de viagens causa congestionamento. Ademais, tanto as firmas quanto as famílias se movem para mais distante em busca de vantagens locacionais, uma vez que a renda da terra diminui com o distanciamento do CBD. Isto posto, segue a Proposição 6: a expansão da capacidade de transporte implica em centralização do emprego. Isto é, dado que o modelo acima pressupõe que fronteira comercial seja menor que a fronteira residencial, portanto, assumir que haja uma expansão uniforme da capacidade de transporte e nenhuma alteração no uso do solo é o mesmo que dizer que houve redução do custo marginal de deslocamento.

Portanto, a partir das equações (17) e (18), podem ser inferidos que redução no custo de transporte marginal aumenta a renda da terra para a firma, todavia reduz para as famílias. Agora, se a fronteira comercial se expandir, então a renda da terra para a firma será alta em toda a cidade. Ademais, dado que o modelo assume a fronteira residencial fixa, a expansão por parte da firma viola a restrição (1). Como resultado das restrições (1)-(2), a fronteira da família deve contrair para que a proporção de terra usada para fins comerciais cresça, em outras palavras, deve ocorrer centralização do emprego a fim de manter o consumo da terra por trabalhador fixa.

O tamanho da população afeta a demanda por transporte dentro da cidade. Assim, um aumento da população urbana (emprego e famílias) conjuntamente com igual decréscimo de consumo de terra por trabalhador, mantendo fixas as fronteiras da firma e da família, resulta num aumento proporcional no número agregado de viagens por dia. O resultado do aumento do custo marginal de transporte é o decréscimo na renda da terra para fins comerciais relativamente à renda da terra para fins residenciais, implicando em menor fração de uso do solo para a firma e, por consequência, a fronteira comercial deve se expandir para valerem a densidade residencial e a restrição (3). A partir dessa relação, aponta-se a Proposição 7 – crescimento da demanda por transporte implica em grande dispersão do emprego.

2.3. Estratégia metodológica

O modelo de uso misto do solo, proposto por Wheaton (2004), considera a questão espacial de forma concêntrica, ou seja, para o cálculo de determinado uso do solo é preciso somar a área circular. Todavia, a proposta metodológica utilizada neste trabalho considera a divisão espacial em distritos da cidade de São Paulo. Assim sendo, as variáveis que determinam os usos do solo, para fins comerciais e fins residenciais, são consideradas para cada distrito.

Ao considerar que o problema de maximização proposto no modelo teórico está relacionado à distância, as variáveis *proxies* utilizadas para medir produtividade e congestionamento são medidas em relação às distâncias de cada distrito ao CBD, considerando São Paulo uma cidade com dois CBD (Sé e Itaim Bibi). Outro pressuposto assumido no modelo, devido à dificuldade matemática em provar equilíbrio com uso misto do solo, é que o uso do solo é misto. Esse pressuposto não representa óbice à modelagem empírica para o município de São Paulo, uma vez que o solo é entremeado por residentes e postos de trabalho³⁹.

No intuito de obter uma forma reduzida para o modelo econométrico, assume-se a aproximação linear dos fatores que determinam a renda da terra para a firma espacialmente. Assim sendo, propõe-se estimar a equação modificada de (18)⁴⁰. Isto é, aplicando (7) em (18) e, neste resultado, inserido (4) e retirando o logaritmo em ambos os lados, tem-se:

$$R_{fi} = \alpha_0 + \alpha_1 Q_i + \alpha_2 e_i + \alpha_3 h_i + \alpha_4 S_i + u_i \quad (20)^{41}$$

Em que R_{fi} é a renda da terra para a firma no distrito i , Q_i é a produtividade do distrito i , e_i é o uso do solo para as firmas no distrito i , h_i é o uso do solo para as famílias no distrito i , S_i é a capacidade de transporte no distrito i , o coeficiente α denota a sensibilidade da renda ótima da firma face às variações nas variáveis exógenas e u_i é o vetor de erro.

No que se refere à forma funcional, utiliza-se para a modelagem econométrica a forma funcional nível-taxa (Tabela 2.2). Como produtividade, infraestrutura, tamanho da população e uso do solo de um município não se alteram sobremaneira em um curto espaço de tempo, utiliza-se da taxa de crescimento desses fatores, nos últimos dez anos, para estimar o modelo teórico⁴².

Quanto ao problema de inferência, é importante considerar a possibilidade de haver efeito adjacência, embora Wheaton (2004) não trate deste efeito específico. Neste ensaio, considera-se a dependência espacial, isto é, o efeito de transbordamento que as características exógenas exercem sobre o outro distrito vizinho. Segundo Glaeser *et al.* (1992), o transbordamento de conhecimentos decorre do próprio dinamismo da cidade, atuando como um motor de crescimento. Marshall (1890)

³⁹ Como se demonstra na estatística descritiva na terceira seção (ver Gráfico 4).

⁴⁰ Tomando a função de renda da terra ótima da firma (18), isto é, $R'_f = [Q'(t) + C'(t)]/q_f$, sabe-se de (7) que $C'(t) = [D/S]^\alpha + \beta$ tem-se $R'_f = [Q'(t) + [D/S]^\alpha + \beta]/q_f$. De outra forma, $R'_f = (Q'(t)/q_f) + (D/S)^\alpha(1/q_f) + \beta/q_f$ após tirar o logaritmo: $\ln(R'_f) = \ln(Q'(t)/q_f) + \alpha \ln(D) - \alpha \ln(S) - \ln q_f + \ln(\beta/q_f)$. Substituindo (4) na última equação, tem-se: $\ln(R'_f) = \ln(Q'(t)/q_f) + \alpha \ln(e(t) - h(t)) - \alpha \ln(S) - \ln q_f + \ln(\beta/q_f)$.

⁴¹ Os vetores q_f e β/q_f são excluídos da forma funcional empírica, em consonância com Wheaton (2004) que considera $q_f = 1$ e $\beta = 0$. Quanto à primeira hipótese, não se obtêm restrições, pois o total de emprego (E) será uma das *proxies* de produtividade utilizada pra estimar o modelo. A segunda restrição é convincente, isso porque se pode assumir que, para o caso em que indivíduos que não utilizem transporte, seu custo fixo de transporte seja nulo.

⁴² As variáveis que são formadas por distâncias euclidianas e dummies não são utilizadas na forma de taxa, por questões óbvias.

afirma que a concentração da firma numa cidade contribui para o espraiamento do conhecimento entre firmas e, por conseguinte, crescimento da cidade.

Portanto, partindo do modelo espacial geral exposto abaixo, busca-se compreender se existem transbordamentos entre os distritos capazes de impactar a renda do uso do solo para fins comerciais.

$$R_{fi}(t) = \mu + \rho W_1 R_{fi} + X_i \alpha + u_i \quad (21. a)$$

$$u_i = \lambda W_2 u_i + \varepsilon_i \quad (21. b)$$

onde ρ e λ são parâmetros espaciais, W é a matriz de ponderação esparsa e expressa a forma de interação espacial entre os distritos, α é o vetor de coeficientes estimados, X_i é o vetor de variáveis explicativas expostas na equação (20) por distrito, u_i e ε_i são os vetores de erros.

Neste trabalho é considerado o procedimento de especificação espacial proposto por Tyszler (2006), baseado na estratégia de especificação de um modelo geral para um modelo mais específico. De forma prática, deve-se iniciar a estimação pelo modelo de Defasagem com Erro Autorregressivo (SAC), como defendido por Kelejian (ELHORST, 2010), e também proposto por Tyszler (2006)⁴³. O segundo passo é testar a significância do coeficiente ρ e λ . Caso *rho* ou *lambda* seja significativo, tem-se o modelo de Defasagem (SAR) ou modelo de Erro Autorregressivo (SEM), respectivamente. Se ambos os parâmetros forem significativos, analisa-se primeiramente a significância do coeficiente ρ : se este for não nulo, especifica-se o modelo SAC. Após estimar a regressão pelo modelo SAC, o coeficiente da defasagem SAR (*rho*) não for estatisticamente significante, a modelagem deve considerar o modelo SEM.

Assim, o problema da tensão do uso do solo entre firmas e famílias pode ser identificado a partir da equação modificada (21), e, portanto, inferir o impacto desta tensão sobre a renda da terra, controlada pelos fatores expostos pelo modelo teórico. Para tanto, os modelos serão estimados pelo *software* GeoDaSpace. É importante ressaltar que os modelos SAR, SEM, SAC são estimados, respectivamente, pelo método de Variáveis Instrumentais (VI)⁴⁴, Métodos Generalizados dos Momentos (MGM) e Mínimos Quadrados de 2 Estágios (MQ2S). As hipóteses dos estimadores e hipóteses de identificação para cada modelo espacial são apresentadas no Anexo A.

2.4. Base de dados

Os dados sobre o preço dos imóveis corporativos foram fornecidos pela Empresa *Buildings*. A base de dados inclui imóveis lançados no período 2000-2011 ao longo do município de São Paulo,

⁴³ Enquanto Elhorst (2010) defende a necessidade de adotar testes de autocorrelação espacial, Tyszler (2006) propõem apenas a análise da significância dos parâmetros espaciais.

⁴⁴ Importante destacar que a estimação por VI para modelos espaciais apresenta a vantagem de não exigir normalidade do termo de erro aleatório, exigência requerida por Máxima Verossimilhança. (ALMEIDA, 2012).

que, geograficamente, é subdividido em 96 distritos. Efetivamente, a base de dados traz informações sobre 2.293 empreendimentos distribuídos em 40 distritos do MSP. Todavia, alguns empreendimentos foram eliminados por causa da ausência de informação relevante na base de dados. Após o tratamento da base de dados, a análise leva em consideração 745 empreendimentos em 39 distritos do município⁴⁵, cujos preços foram registrados no período de agosto de 2011 a agosto de 2013.

A base de dados contém informações sobre a estrutura do imóvel (idade do imóvel, existência de elevador social e serviços, número de vagas, número de andares, número de blocos, tipo de piso, altura do pavimento, forro, sistema de refrigeração, fibra ótica, etc.), estrutura do condomínio (heliporto, academia, auditório, restaurante, bancos, caixas eletrônicos, sistema de filmagem interna, detector de fumaça, sistema de comunicação, pressurização forçada, detector de fumaça, sprinklers) e custo do IPTU/m². Todavia, para o objetivo do trabalho, utiliza-se para a estimação apenas a variável preço por m² como *proxy* da renda do uso do solo dos distritos.

Cabe ressaltar que a base fornecida pela empresa não é uma base estatística, ou seja, os dados gerados não são provenientes de um plano de amostragem. Ademais, representa uma amostra dos empreendimentos corporativos no município de São Paulo e refletem informações na forma de fluxo.

Outra questão relevante diz respeito ao preço de aluguel por metro quadrado (aluguel/m²), o qual não representa o preço efetivo da transação feita entre os agentes envolvidos (locatário e locador), uma vez que os agentes tendem a alterá-los nas negociações, sejam nas vendas ou locações. Para esse estudo, os preços de aluguel foram deflacionados pelo IGP-DI a preços de 2012, com o índice padrão acumulado nos 12 últimos meses, sendo agosto o mês base. A escolha do IGP-DI acumulado em mês é devido ao período de registro dos aluguéis na base de dados.

A descrição da base de dados, sobre do uso do solo, está embasada nas notas técnicas lançadas pelo Departamento de Estatística e Produção de Informação (Dipro) da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SMDU).

As informações sobre o uso do solo tiveram como fonte o Cadastro Territorial e Predial de Conservação e Limpeza (TPCL). Segundo o Dipro/SMDU, o cadastro é de base fiscal e objetiva a cobrança do Imposto Predial e Territorial (IPTU). Segundo a metodologia da Secretaria Municipal de Planejamento (Sempla), o uso e o padrão fornecidos pela TPCL foram agregados em 16 tipologias (Uso H) de uso do solo, como na Tabela 2.1.

⁴⁵ As demais variáveis descritas abaixo retratam os 39 distritos correspondentes aos aluguéis.

A base cartográfica utilizada foi o Mapa Digital da Cidade de São Paulo que totaliza 56.000 quadras, consideradas para a construção do Uso H. A análise de cada quadra adotou o seguinte critério: 60% ou mais do uso da quadra para determinada tipologia, então considera aquela área como sendo de determinado tipo, para os casos que não se pôde considerar qualquer tipo, atribuiu-se como sendo de categoria mista. Segundo o Dipro, quadras sem edificações, ou minimamente ocupadas, assumiram ser da categoria vago. Contudo, cabe ressaltar, que essa categoria apresentou-se nula no período analisado, ou seja, todas as quadras foram categorizadas.

Tabela 2.1 Uso do solo por tipologia H

Uso H	Usos
1	Uso Residencial Horizontal Baixo Padrão
2	Uso Residencial Horizontal Médio Padrão
3	Uso Residencial Horizontal Alto Padrão
4	Uso Residencial Vertical Médio Padrão
5	Uso Residencial Vertical Alto Padrão
6	Uso Comércio e Serviço Horizontal
7	Uso Comércio e Serviço Vertical
8	Uso Industrial
9	Uso Armazéns e Depósitos
10	Uso Especial (Hotel, Hospital, Cartório, Etc.)
11	Uso Escola
12	Uso Coletivo (Cinema, Teatro, Clube, Templo, Etc.)
13	Terrenos Vagos
14	Uso Residencial Vertical Baixo Padrão
15	Uso Garagens não-residenciais
99	Outros usos (Uso e padrão não previsto)

Elaboração: Dipro/SMDU

Para o trabalho, os dezesseis tipos de usos do solo foram agregados em apenas duas tipologias, a saber, uso do solo pelas famílias e pelas firmas. A agregação do uso do solo para residências levou em conta os seguintes Usos H da tabela 2.1: 1, 2, 3, 4, 5, 14. A agregação para o uso do solo para a firma tomou em consideração os seguintes Usos H: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15. Cabe ressaltar que o grupo *outros* (área construída que não se adéqua a qualquer categorização de 1 a 15 e/ou áreas públicas e/ou sem informação no TPCL) foi considerado como sendo um tipo de uso do solo, mas essa variável não é inserida no modelo de regressão, sem qualquer perda relevante devido a sua participação não ultrapassar 2% do total.

Algumas ressalvas devem ser feitas quanto à base de dados fornecidas pela Dipro/SMDU. Primeiramente, os dados tratam de áreas de urbanização consolidadas do município, isto é, áreas legais cadastradas no TPCL. Em outras palavras, áreas subnormais (como favelas ou cortiços) podem estar nas quadras onde não há dados registrados no TPCL. Outra observação apontada pela

Dipro/SDMU é que as parte das variações nas áreas de terreno total podem advir de desapropriações totais ou parciais, correções das áreas constantes das matrículas, imprecisão das frações ideais lançadas na quadra.

Para computar as variáveis *proxies* de produtividade foram utilizadas as informações fornecidas pela RAIS (Relação Anual de Informações Sociais) e elaboradas pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano-Departamento de Produção e Análise de Informação (SMDU/Deinfo). A base de dados fornece informação espacial em nível de distrito sobre o número de postos de emprego e rendimento médio real dos ocupados, segundo o setor de atividade econômica estabelecida pela Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE): comércio, serviços, indústria de transformação e construção civil. A variável que considera a População Economicamente Ativa foi obtida do Censo 2010 e Censo 2000⁴⁶.

Para a análise demográfica dos distritos, utiliza-se a base de dados fornecida pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE). A extensão territorial dos distritos é fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ademais, considera-se também a distância euclidiana entre o centróide do CBD e SBD ao aeroporto e às estações de trem/metrô medida pelo *software* ArcGis.

Como o modelo de Wheaton (2004) aborda a questão da produtividade da firma influenciando a renda da terra, é importante destacar que podem atuar duas forças sobre a decisão de localização das firmas: a) forças centrípetas (economias de localização e de urbanização) e b) forças centrífugas (custos urbanos). Os distritos tendem a se especializar em atividades que melhorem sua indústria de aglomeração face ao custo de deslocamento e de congestionamento. Caso dominem as economias de urbanização, as firmas procuram CBDs maiores e diversificados, em detrimento dos SBDs. Então, considerando que a localização dos empregos depende dos determinantes da forma urbana (ANAS E KIM, 1996), e, seguindo a estratégia metodológica dos modelos teóricos na seção dois, serão descritas as *proxies* utilizadas para estimar o modelo teórico.

Abaixo são expostas as variáveis *proxies* para Q_i (produtividade) e S_i (infraestrutura de transporte), bem como as hipóteses que se espera de cada uma delas, seguindo Guiliano e Small (1999) e Hualcháin e Satterthwaite (1992). Resumidamente, dois grupos são formados – produtividade e acessibilidade:

1) *Proxies relacionadas à produtividade:*

⁴⁶ Como no Censo 2000 não consta uma variável denominada PEA, foi necessária a composição dessa variável, utilizando para tanto a agregação das perguntas V0439 e V0455.

As variáveis de produtividade das firmas em cada distrito são sugeridas teoricamente pelo modelo de Wheaton (2004).

Tamanho do (sub)centro – E: é o total de emprego por distrito. Essa variável busca relacionar o benefício da aglomeração com a desvantagem do congestionamento, escassez da terra e outros efeitos de escala negativos (custo da aglomeração), isso porque, sabe-se que grandes (sub)centros pode crescer mais rápido devido o benefício da aglomeração (força centrípeta) ou mais devagar devido ao custo da aglomeração (força centrífuga).

Densidade do (sub)centro – DCE: é o total de emprego por distrito (E_i) sobre a área (m^2) do distrito (A_i). Baixa densidade de emprego deveria apresentar maior expansão, refletindo o menor custo da terra para o fim corporativo, quando comparado com os (sub)centro(s) com alta densidade. Portanto, segue:

$$DCE_i = \frac{E_i}{A_i}$$

Composição da indústria – CID: essa variável busca captar o efeito do crescimento da indústria no âmbito municipal sobre o crescimento em cada distrito, isto é, a variação do emprego por setor. A hipótese levantada por Giuliano e Small (1999) é que a indústria desenvolvida em cada região pode ser beneficiada pela experiência da indústria regional. Nesta modelagem, assume-se os setores por distrito e o impacto que estes recebem da economia municipal. Ademais, essa hipótese sugere abarcar a possibilidade de que a economia de aglomeração seja mais importante para uma atividade quando comparada à outra. E, diferentemente de Giuliano e Small (1999), é possível que exista um transbordamento espacial de produtividade entre os distritos, o que justifica o controle para a dependência espacial no modelo.

$$\Delta CID_i = \sum_s E_{si} \bar{g}_s$$

Em que E_{si} é o número de empregos por setor⁴⁷ $s, \forall s = 1, \dots, 4$, no distrito $i, \forall i = 1, \dots, 39$ para o setor; \bar{g}_s é a taxa de crescimento entre os anos 2000-2010 do setor no município de São Paulo.

A variável *Diversidade da base econômica – DEC* procura verificar se distritos que apresentam menor diversificação crescem mais que os mais diversificados (GIULIANO E SMALL, 1999; HENDERSON *et al.*, 1995). Essa variável está relacionada à externalidade gerada pela diversificação de atividades, proposta por Jacobs (1969). Para o seu cálculo, Utiliza-se a medida de diversidade sugerida por Cervero (1989):

⁴⁷ Utiliza-se os 4 setores da CNAE elaborados espacialmente (por distritos) pela SMDU/Deinfo.

$$DEC_i = \left[- \sum_s P_{si} \log P_s \right] / [- \log \bar{P}_i]$$

Em que P_{si} é a participação do emprego no distrito i , $\forall i = 1, \dots, 39$ por setor⁴⁸ s , $\forall s = 1, \dots, 4$, S_i é o total de setores no distrito i e \bar{P}_i é o inverso do número de setores no distrito. O resultado da DEC_i varia entre 0 e 1, portanto, quanto mais próximo de 0 mais especializado é o distrito; e quanto mais próximo de 1, maior a diversificação industrial do subcentro.

A variável *Força de mercado* – FME ⁴⁹ busca capturar o efeito que o salário exerce sobre a atratividade de mão de obra e, conseqüentemente, sobre o impacto na renda do solo (FUJITA E OGAWA, 1982; WIEAND, 1987; WHEATON 2004; CAVAILHÈS *et al.*, 2007). Segundo Huallcháin e Satterthwaite (1992), pode-se deprender a força de mercado em duas formas:

$$FME_i^1 = \sum \frac{D_{si}}{E_{si}}$$

$$FME_i^2 = \frac{D_{i10}}{D_{i00}}$$

Em que D_{si} é o salário total ofertado pela firma do setor s em cada distrito i , $\forall i = 1, \dots, 39$ e D_{i10} e D_{i00} são os salários totais ofertados no distrito i pelas firmas em 2010 e 2000, respectivamente. Da equação 18 (a), espera-se que o impacto de aumento salarial atue negativamente sobre a renda da terra para as firmas.

A variável *Localização do subcentro em relação ao centro* – DSC procura captar o gradiente do crescimento em função do distanciamento ao CBD. Tem-se por objetivo testar o *trade off* existente entre congestionamento e economia de aglomeração. Quanto à localização dos subcentros, considera-se a distância euclidiana do centróide do subcentro ao centróide do centro histórico (Sé) e centro novo (Itaim Bibi). A medida calculada de acordo com Fujita e Ogawa (1982):

$$A_i = \min(d_i^1, d_i^2)$$

Em que A_i é a distância mínima entre o SDB e o CBD para uma cidade que apresenta dois centros, i são os distritos, $\forall i = 1, \dots, 39$; d_i^1 e d_i^2 são as duas distâncias euclidianas entre o SDBs e os dois CBDs.

2) Proxies relacionadas à acessibilidade

⁴⁸ Idem.

⁴⁹ Essa variável ganha destaque na modelagem pelo fato de não se estar propondo modelar a renda ótima do solo, no tocante à firma, pela equação 18.1, mas sim pela equação 18.2. Todavia, a variável FME busca reconhecer o impacto dos salários na renda do solo. Portanto, em distritos que ofertem maiores salários, espera-se que a renda do solo seja menor, pois reduz a produtividade da firma.

A variável *Acessibilidade da mão de obra - AMO* trata do custo de deslocamento, que foi abordado em Solow (1973), Kim (1983) e Wheaton (2004). O acesso da firma à mão de obra é um dos fatores de atratividade para o crescimento do emprego intra (sub)centro. Portanto, áreas que apresentassem grande oferta de população economicamente ativa fariam com que as firmas ofertassem menor salário. Embora Blair e Premus (1987) encontrem forte influência da *AMO* para o crescimento do número de empregos, Bradbury *et al.* (1982) acreditam ser este um fator causal independente, que não explica o processo de sub-urbanização do emprego.

Utilizando a forma funcional gravitacional proposta por Hansen (1959), tem-se que a influência de cada trabalhador decai exponencialmente com a distância do centro de emprego. De outra forma, seja L_i a mão de obra (população economicamente ativa – PEA) no distrito i e r_{im} a distância do distrito i para o distrito m de mais alta concentração de emprego (CBDs: Sé e Itaim Bibi). Essa relação pode ser expressa como:

$$AMO_i = L_i e^{-\psi r_{im}}$$

Assumindo que ψ é um parâmetro que mede a distância do deslocamento, representando a queda da atratividade em $1/\psi$. Segundo Giuliano e Small (1999), $1/\psi$ é igual a \bar{r} (ou seja, média da distância entre o distrito i para o distrito m) após a construção de um modelo de interação espacial. Ou seja, quer-se testar se distritos com PEA alta estão numa situação melhor por não ter que entrar em competição no mercado de trabalho.

A questão de deslocamento (acessibilidade do meio de transporte) ressaltada em Solow (1973), Hartwick e Hartwick (1974), Kim (1983) e Giuliano e Small (1999) é tratada pelas variáveis-*proxies* abaixo, fornecendo informação sobre a acessibilidade via meio de transporte segundo modal de transporte.

a) *Acesso ao aeroporto de Congonhas – DAE*: essa variável é medida pela distância euclidiana de cada centróide do distrito até o aeroporto.

b) *Acesso às estações de metrô e/ou trem – DMT*: utiliza-se a distância euclidiana mínima entre as estações (metrô e/ou trem) em relação ao centróide do distrito. Testam-se também *dummies* (*DET*) para marcar a existência ou não de estações nos distritos.

Resumidamente, para a análise econométrica utilizam-se três grandes grupos para a estimação do modelo: produtividade da firma, transporte e uso do solo. Devido à construção de diversas variáveis explicativas serão testados alguns modelos econométricos a fim de responder, quantitativamente, se existe tensão de uso do solo no MSP e qual o seu impacto na renda da terra sob a ótica da firma.

2.5. Estatísticas descritivas

A Tabela 2.2 lista as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas neste trabalho.

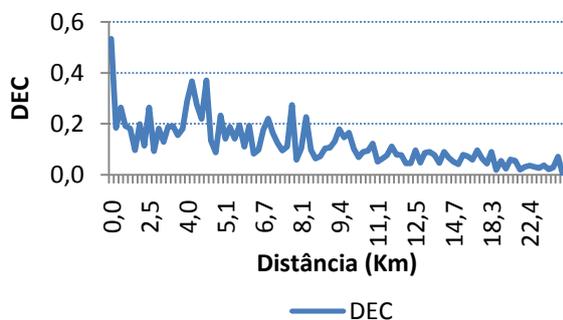
Tabela 2.2 Estatísticas descritivas: distritos no Município de São Paulo

<i>Proxies</i>	Equação 20	Definição	Média	Desvio Padrão
PM	R_{fi}	Preço médio (2013-2011)	54,87	21,38
AMOA	S_i	Acessibilidade da mão de obra [(2010-2000)-1]	0,24	0,16
CID	Q_i	Composição da Indústria	21244	10877,24
DAE	S_i	Distância euclidiana até aeroporto de Congonhas (Km)	6,98	4,20
DCE	Q_i	Densidade de emprego [(2010-2000)-1]	3,28	4,66
DEC	Q_i	Diversidade da base econômica [(2010-2000)-1]	0,25	0,24
DMT	S_i	Distância euclidiana mínima até estação de metrô ou trem mais próxima (Km)	1,24	0,93
DSC	Q_i	Localização do subcentro em relação ao centro (Km)	4,10	2,75
FME^1	Q_i	Força de mercado 1 [(2010-2000)-1]	-0,71	0,28
FME^2	Q_i	Força de mercado 2 [(2010-2000)-1]	0,68	0,27
E	Q_i	Total de emprego [(2010-2000)-1]	2,49	1,64
DET	S_i	Variável dummy: 1 se tem estação (metrô/trem), 0 caso contrário	0,74	0,44
Tfam	h_i	Área total de solo para as famílias [(2010-2000)-1]	0,01	0,71
Tfirm	e_i	Área total de solo para as firmas [(2010-2000)-1]	-0,25	0,53

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados fornecidos pelas bases supracitadas.

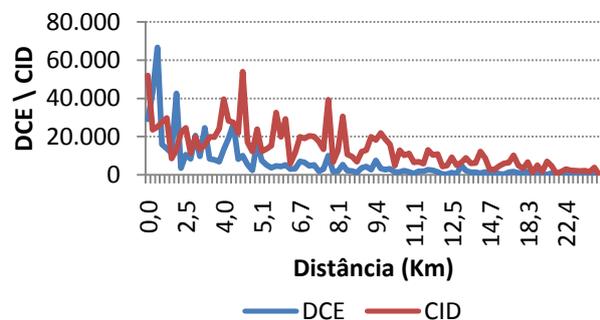
Analisando as variáveis *proxies* de produtividade (2010) utilizadas para o município de São Paulo, nota-se que o gradiente de produtividade é decrescente em função do distanciamento dos centros de negócios analisados (Gráfico 2.2 e Gráfico 2.3). A ressalva fica por conta da variável FME^2 , cujo gradiente é crescente em relação ao distanciamento dos CBDs (Gráfico 2.3).

Gráfico 2.1 Diversidade da Base Econômico em relação aos CBDs



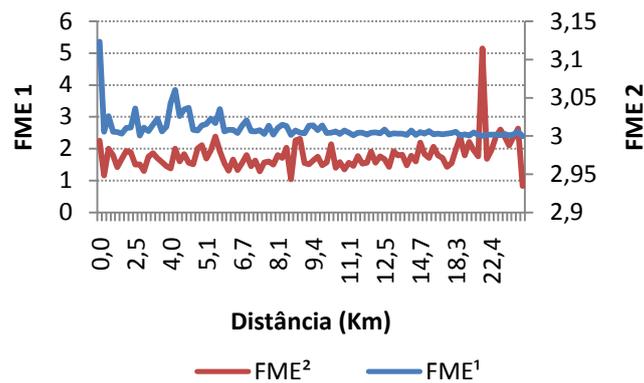
Fonte: elaboração própria a partir dos dados da RAIS.

Gráfico 2.2 Densidade de Emprego e Composição da Indústria em relação aos CBDs



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da RAIS.

Gráfico 2.3 Força de Trabalho em relação aos CBDs

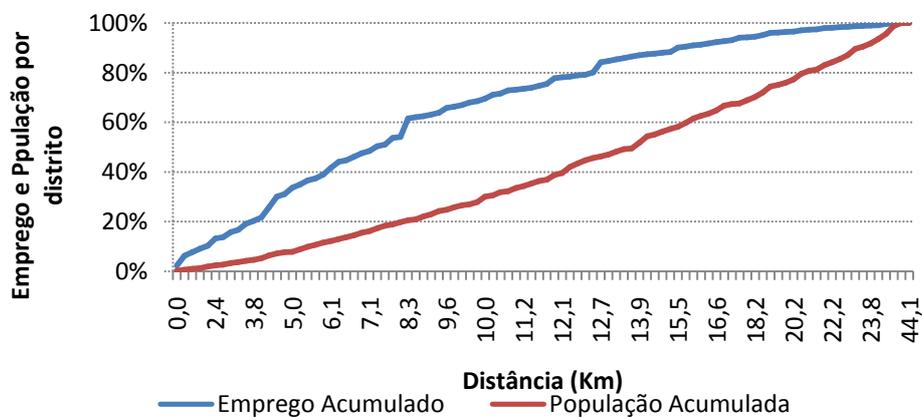


Fonte: elaboração própria a partir dos dados do SEADE

Teoricamente, a característica espacial decrescente da produtividade conduz a uma cidade centralizada, como destaca a Proposição 3. No município de São Paulo é possível notar uma cidade com concentração de empregos (Figura 1). Como resultado, espera-se que regiões onde a produtividade seja maior, a renda da terra também seja, justificando o porquê da aglomeração do nível de emprego na cidade.

Assumindo a cidade como sendo linear e com um único centro (distrito Sé) é possível depreender que o uso do solo no MSP é misto, o que permite concluir que a hipótese de uso misto assumida *a priori* em Wheaton (2004) para a simulação do modelo é factível. Nota-se que a concentração de emprego cresce rapidamente em torno do CBD, percebendo uma alteração da inclinação quando a distância de 8 km do CBD e concentrando 60% do emprego ofertando no município. Em contrapartida, a velocidade de crescimento da concentração populacional é menor face à curva de emprego acumulado.

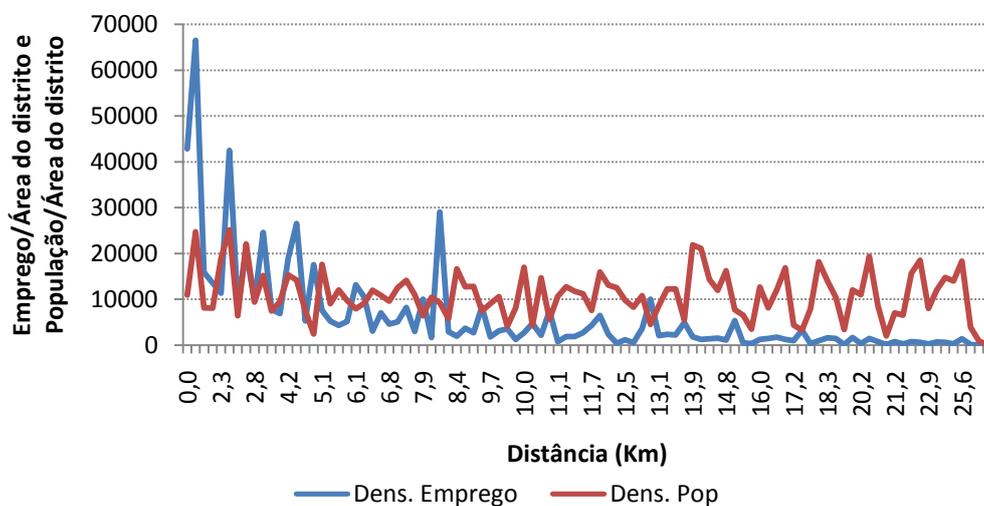
Gráfico 2.4 Dispersão acumulada do emprego e população



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da RAIS e SEADE.

O Gráfico 2.5 corrobora o fato da cidade de São Paulo conviver com o uso misto do solo. Outro fato relevante é a concentração do uso do solo por parte da firma próximo aos CBDs. Observa-se que ao ampliar a distância em relação ao CBD a densidade de empregos diminui, enquanto a densidade populacional aumenta relativamente. Este comportamento demonstra a necessidade de parte dessa população precisar se deslocar ao CBD e/ou SBD para trabalhar. Outro comportamento importante repousa no fato de que os postos de trabalhos demonstram uma concentração espacial, uma vez que a cada 4 Km, em média, existem pólos de oferta de emprego. Pode-se notar que o uso do solo, num raio de 4 Km do centro Sé, a densidade de emprego é maior que a densidade populacional, o mesmo padrão é perceptível a 8 Km do centro Sé (i.e. Itaim Bibi).

Gráfico 2.5 Densidade do emprego e população em relação à Sé (Km)



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da RAIS.

Portanto, uma percepção plausível, a partir dos Gráficos 2.4 e 2.5, de forma heurística, é a existência concentrada dos postos de emprego, podendo tal concentração ser explicada pela busca por ganho de produtividade a partir das economias de aglomeração. Teoricamente, segundo Wheaton (2004), as baixas economias externas de aglomeração geram dispersão nos postos de emprego no espaço intraurbano, portanto, o que se pode inferir, mesmo *a priori*, é que o modelo as economias externas do município sobrepõem as deseconomias de escala, o que justifica a concentração de emprego.

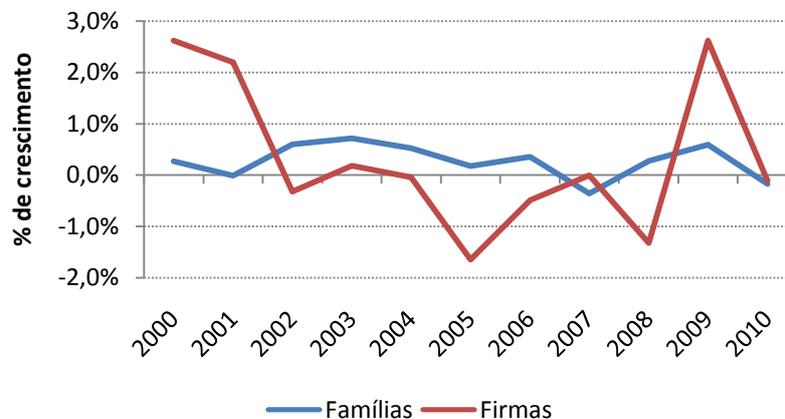
É possível visualizar essa concentração pelo mapa de *clusters* espaciais⁵⁰ de empregos no MSP. Na Figura 2.1 é possível notar que a concentração espacial dos empregos se encontram na

⁵⁰ *Clusters* espaciais são padrões de associação espacial entre atributos das observações. O mapa de *clusters* fornece agrupamentos de dados na forma: Alto-Alto (High-High), representando regiões de alta concentração rodeadas por regiões de alta concentração; Baixo-Baixo (Low-Low), representando regiões de baixa concentração rodeadas por regiões de baixa concentração; Alto-Baixo (High-Low), representando regiões de alta concentração rodeadas por

zona central, zona oeste e zona sul 1, regiões essas que formam um *cluster* alto-alto (HH) em sua maioria. Em outras palavras, os distritos de alta concentração de postos de trabalho estão cercados por outros do mesmo tipo. Outro *cluster* significativo é o baixo-baixo (LL) na zona leste 2. Os *clusters* baixo-alto (LH) ressaltam os distritos que estão próximos àqueles que têm alta concentração de mão de obra. Os demais sublinham *clusters* insignificantes na análise espacial.

Até aqui é possível demonstrar consistentemente que o uso do solo é misto no município de São Paulo, quando se considera a divisão espacial por distritos. E, a partir do Gráfico 2.6, é possível depreender o comportamento do uso do solo para firma e família, segundo as descrições feitas na seção anterior.

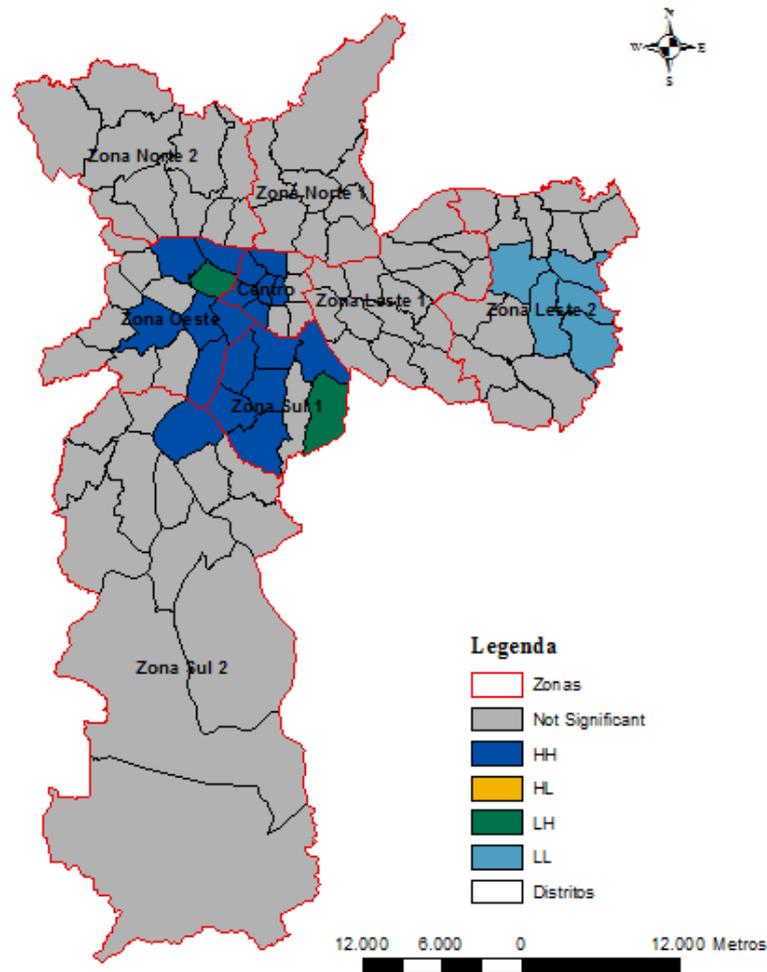
Gráfico 2.6 Taxa de crescimento área de terreno consumido por agente econômico



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da Dipro/SMDU.

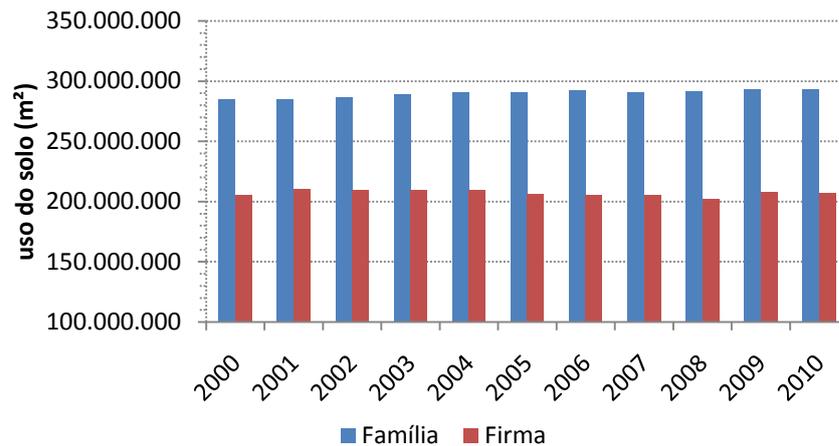
Pode-se notar a existência, em algum sentido, de uma tensão no uso do solo no espaço intraurbano, pois os vetores de crescimento de uso do solo apontam em direções diferentes ao longo do tempo. Todavia, é necessária a ressalva da base de dados, pois há espaços que não foram catalogados quanto a sua tipologia de uso, justificando o fato de não serem perfeitas as direções opostas de consumo do solo, bem como a existência de uso para fins de transporte, parques, etc. Contudo, nota-se, no que se refere ao uso do solo pelas firmas, que este foi bastante oscilatório ao longo dos anos 2000. Enquanto o consumo do solo para as famílias demonstrou-se menos oscilante.

Figura 2.1 Clusters de Emprego



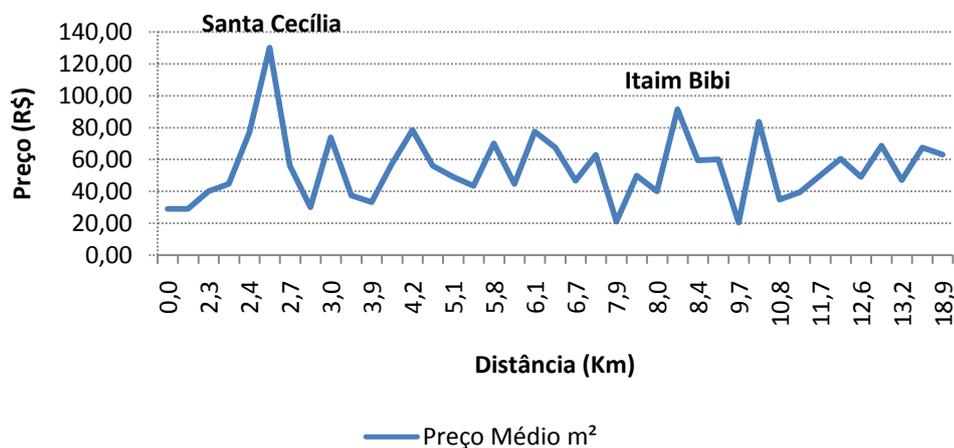
Fonte: elaboração própria com os dados da RAIS.

O Gráfico 2.7 demonstra os dados em estoque no que se refere ao uso do solo paulistano, por agente econômico. Esta análise é de pontual importância para a validade do modelo de Wheaton (2004), pois o modelo teórico pressupõe que a fronteira comercial seja menor que a fronteira residencial, o Gráfico 2.7 demonstra este comportamento no município de São Paulo. Nota-se que o consumo do solo pelas famílias é, em média, em torno de 40% superior ao consumo das firmas (ao longo da década).

Gráfico 2.7 Consumo absoluto de área de terreno por agente econômico

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da Dipro/SMDU.

Analisando a dinâmica espacial do preço do solo para a firma, a partir do Gráfico 2.8, é possível perceber que não existe uma linearidade decrescente com o distanciamento do CBD. Essa característica espacial dos preços solo reforça o questionamento de pesquisa. Em outras palavras, não é apenas o fator proximidade (ou distanciamento) do CBD que determina a renda do solo, mas existem outras forças econômicas atuando, tanto de forma favorável quanto desfavorável sobre a renda da terra, como demonstrou Wheaton (2004).

Gráfico 2.8 Preço médio por m² em relação a Sé

Fonte: elaboração própria com os dados da Buildings.

Cabe também destacar que o preço do aluguel na região da Sé é um dos mais baixos, sendo quase equiparados a preços que distam 8 Km deste CBD, e é sobreposto a distâncias acima de 13 Km. Esse comportamento encontra suporte teórico na abordagem proposta por Wiend (1987), ao afirmar que no longo prazo, o capital na região do CBD tende a declinar, bem como o salário. O CBD (Itaim Bibi) por ser um centro mais novo, apresenta renda da terra mais elevada, não

observando a tendência discutida. Os SBDs, para Wiend (1987), por conseguinte, nascem no bojo dessa obsolescência do capital no CBD.

A partir desta seção, é possível considerar a existência de alguma tensão no uso do solo para o município de São Paulo. Demonstrando que, em certo raio de distância do distrito da Sé, a concentração de emprego supera a concentração da população residente, isto é, neste perímetro convivem firmas e famílias. Todavia, o fator intrigante se observa quanto ao comportamento oscilante do preço do aluguel da terra em relação à distância do CBD. Como justificado acima, esse comportamento pode advir do fato da cidade apresentar SBDs.

2.6. Resultados

Baseado no modelo teórico proposto por Wheaton (2004) e utilizando as variáveis supracitadas como *proxies*, essa seção apresenta a relação entre renda da terra para a firma e os fatores produtividade, uso do solo (firmas e famílias) e infraestrutura de transporte, medidos segundo a Tabela 2.2. Espera-se que a produtividade, infraestrutura e consumo do solo pelas firmas exerçam impactos positivos sobre a renda da terra; todavia, incrementos de consumo do solo pelas famílias devem impactar negativamente a renda da terra.

A proposta é estimar o modelo teórico pela equação 21, utilizando o procedimento de especificação espacial proposta por Tyszler (2006). Embora, a dependência espacial não tenha demonstrado significância estatística em muitas variações do modelo empírico, este fato pode estar associado à utilização de variáveis que já consideram a dimensão espacial, tais como as distâncias.

A Tabela 2.3 apresenta o melhor resultado para o modelo empírico linear. Melhores resultados podem ser entendidos quanto ao ajustamento às hipóteses teóricas de Wheaton (2004), bem como ao ajustamento econométrico. Cabe ressaltar que o Anexo A apresenta outros três modelos (SEM 1, SEM 2 e SEM 3) que são variações da mesma especificação empírica supracitada, contudo com maior intervalo de confiança para as variáveis que consideram o uso do solo.

Tabela 2.3 Resultados da Análise de Renda do Solo

Modelo SEM		
Variáveis	Coef.	Prob.

CONSTANTE	97,4604*	0,0037
AMOA	-62,2683**	0,0127
CID	0,0002	0,4738
DAE	2,2718**	0,0410
DCE	-1,8061	0,1135
DEC	40,0980**	0,0447
DMT	-	-
DSC	-5,7391*	0,0008
FME ¹	12,9789	0,3030
FME ²	-	-
E	-	-
Tfam	-18,7948**	0,0154
Tfirm	21,3179**	0,0123
<i>lambda</i>	-0,1716	0,5782
Pseudo R-squard		0,33718
Grau de liberdade		29
Matriz de Pesos Espaciais		Rainha

Nota: * $p < 0.01$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.1$

A Tabela 2.3 apresenta os resultados para o modelo empírico estimado pelo Modelo de Erro Autorregressivo (SEM), após ter sido estimado o Modelo de Defasagem de Erro Autorregressivo (SAC) e os testes indicarem o Modelo Autorregressivo de Erro Espacial (SEM) a ser estimado. Ademais, embora o modelo SEM tenha sido utilizado a fim de captar o transbordamento das variáveis por entre os distritos, estes não foram observados, como demonstrados pela significância da variável *lambda* (λ). Uma possível explicação para este fato decorre da utilização de variáveis que já consideram o espaço.

Analisando os resultados segundo a estrutura do modelo teórico, parte-se da análise das variáveis que tratam do fator produtividade.

Tamanho do centro (E). Nesse modelo que apresentou maior significância estatística para as variáveis *Tfam* e *Tfirm*, o tamanho do centro, medido pelo número absoluto de emprego, não foi considerado. No Anexo B os demais modelos (SEM 1, SEM 2 e SEM 3) consideram a variável *E*, o impacto dessa variável é relativamente alto, considerando que o impacto é sobre a renda por m² (todavia, o coeficiente da variável é estatisticamente insignificante para todos os modelos estimados por SEM).

Densidade do centro (DCE). A expectativa é que baixa densidade de emprego apresente maior espaço para crescimento da firma. Todavia, assumindo a escassez do espaço, o impacto do

crescimento de emprego em determinada região implica em redução da renda da terra, sugerindo que as externalidades negativas (congestionamento, por exemplo) sobrepõem os efeitos positivos da aglomeração ótima dos postos de emprego.

É importante sublinhar que, enquanto a variável DCE considera o fator do espaço como sendo limitado pelo distrito, a variável medida por E não leva em consideração esse fato. O que justifica, em certa medida, a diferença dos sinais dos coeficientes que acompanham ambas variáveis. Embora esse modelo não apresente significância estatística, os modelos SEM 1 e SEM 3, expostos no Anexo B, apresentam significância estatística dessa variável.

Composição da indústria (CID). A composição da indústria não apresentou efeito significativo em qualquer modelo empírico estimado. O baixo valor do coeficiente da variável e a insignificância estatística podem estar atrelados ao fato da concentração econômica do município se localizar no setor de serviços, e todos os distritos analisados apresentam pouca variância em termo de crescimento ao longo do período analisado. Isto é, a produtividade de um distrito no que tange a composição da indústria, não sugere, estatisticamente, o impacto sobre a renda da terra nos distritos de São Paulo.

Diversidade da base econômica (DEC). O coeficiente para a diversidade econômica apresentou-se estatisticamente significativo. É importante ressaltar o alto impacto na renda da terra quanto à diversidade da base econômica. Por construção, a DEC varia entre 0 e 1, o distrito mais diversificado, relativamente aos demais, apresenta maior impacto positivo sobre a renda da terra. Em contrapartida, o distrito com menor especialização, em um dos quatro setores utilizados na base de dados, apresenta impacto nulo na renda da terra. Esse resultado é consistente com a hipótese da teoria da localização: centros menos especializados tendem a apresentar menor crescimento em comparação os centros mais diversificados.

Força de Mercado (FME). O coeficiente da variável FME^1 não é significativo estatisticamente, mas apresenta o sinal esperado, comportando-se de acordo com o modelo teórico proposto por Wheaton (2004): altos salários implicam em elevação da renda do solo. Todavia, para este modelo, pode-se dizer que o crescimento do salário não é capaz de explicar, estatisticamente, a renda da terra no município de São Paulo.

Localização do SDB em relação ao CBD (DSC). A variável DSC busca estimar o gradiente da renda da terra. Cabe destacar que o coeficiente da variável é estatisticamente significativo e apresenta o sinal esperado. Isto é, o distanciamento de qualquer um dos dois CBD estabelecidos implica em decréscimo da renda da terra. É importante sublinhar que o impacto do distanciamento

dos CBDs é relativamente alto, aludindo ao fato que existe ganho de aglomeração no MSP em torno desses dois centros.

Analisando os resultados, no que se refere à questão do deslocamento dos indivíduos dentro da cidade, expõem-se abaixo o comportamento das *proxies* utilizadas para medir a capacidade de deslocamento.

Acessibilidade da mão de obra (AMOA). Dos modelos testados segundo a estratégia proposta por Tyszler (2006), a estimativa da variável *AMOA* demonstrou-se estatisticamente significativa. Portanto, o distanciamento que a firma tem da mão de obra disponível dentro da cidade implica em queda de produtividade. Isto ocorre porque a firma terá que aumentar a remuneração a estes trabalhadores para compensar o custo de transporte. Sendo assim, no que tange à acessibilidade, esta impacta de forma negativa sobre a renda da terra, como esperado pelo modelo teórico em questão. É importante ressaltar que, dentre as variáveis estimadas, o afastamento da PEA de cada distrito em relação ao CBD implica numa redução de R\$ 65,00 por quilômetro.

Acesso ao aeroporto de Congonhas (DAE). O distanciamento do aeroporto de Congonhas atua elevando a renda da terra para as firmas. Contudo, não é o esperado pelo modelo teórico (esperava-se que o distanciamento do meio de transporte reduzisse a renda). Este resultado pode estar vinculado ao congestionamento ou barulho na vizinhança do aeroporto. Ou, como no caso da cidade de São Paulo, a região do aeroporto de Congonhas concentra imóveis residenciais, ademais a redondeza do aeroporto não tem uma característica corporativa (poucos escritórios).

Acesso às estações de metrô e/ou trem (DMT). O modelo apresentado na Tabela 2.2 não considerou o acesso às estações. Retirou-se a variável devido ao fato de que o fator acessibilidade pode ser explicada pela variável *AMOA*.

Depois de apontados os fatores produtividade e infraestrutura de transporte, é possível corroborar econometricamente a existência de tensão do uso do solo na cidade de São Paulo ao focar a análise do modelo exposto nas variáveis *Tfam* e *Tfirm*, uso do solo para as famílias e o uso solo para as firmas, respectivamente. No modelo demonstrado acima, os coeficientes de ambas variáveis apresentam significância estatística, bem como apresentam o sinal esperado. Em outras palavras, seguindo a proposta do modelo teórico: o uso do solo pelas famílias atua negativamente sobre a renda da terra sob a ótica da firma, enquanto o uso do solo pelas firmas impacta positivamente sobre a renda.

Num cenário em que o uso do solo seja complementar, a perda de participação do uso do solo para a firma em favor do uso do solo para as famílias implicaria em perda na renda do solo, sob

a ótica da firma. Caso o solo seja usado pelas firmas, em detrimento do uso do solo para fins residenciais, então a renda da terra para as firmas será acrescida.

Tal comportamento pode ser compreendido como remuneração pela aglomeração, isto é, distritos cujo consumo do solo seja mais concentrado pelo agente firma fariam com que a renda da terra fosse maior. Em contrapartida, os distritos com concentração em residência não contribuiriam com a externalidade da aglomeração, levando à redução da renda do solo para fins comerciais.

É relevante sublinhar que, no modelo empírico estimado, o impacto do consumo do solo pelas famílias é menor que o impacto do consumo do solo pelas firmas. Assim, no ambiente em que exista espaço para ambos agentes econômicos utilizarem o solo, o impacto líquido sobre a renda do solo será positivo, caso ambos consumam partes iguais. Isto é, em termos monetários, o impacto negativo do consumo do solo para fins residenciais é R\$ 18,8/m². Em contrapartida, o consumo do solo para fins comerciais é R\$ 21,8 m², para um incremento de 1% na taxa de utilização do solo para cada tipo de agente econômico (família e firma), respectivamente.

Portanto, política pública de planejamento urbano via lei de zoneamentos, vendas de outorgas onerosas⁵¹ e o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) podem ser elencados juntos aos fatores aleatórios propostos por Wheaton (2004) e estes são capazes de estimular ou desestimular o uso do solo para cada fim. Tais intervenções públicas são capazes de alterar a paisagem do espaço urbano, bem como a renda do uso do solo para a firma. Sendo assim, o modelo teórico estimado é capaz de sugerir possíveis deslocamentos na renda da terra por distrito.

Do ponto de vista normativo de políticas públicas no que diz respeito ao uso do solo, é possível pontuar que incentivos que gerem usos mistos do espaço urbano podem ser usados como forma de controlar a renda do solo, e, por conseguinte, controlar possíveis bolhas imobiliárias no mercado em questão. Em outras palavras, assumindo que determinado distrito tenha solo reservado, por lei de zoneamentos ou por redução fiscal, para uso comercial, como resultado, pelo modelo acima, isso elevaria a renda do solo nesta localização. Ademais, esse fato implicaria em maiores congestionamentos na região e no seu entorno, isso porque os postos de trabalho estariam totalmente concentrados.

⁵¹ Segundo a SMDU “Na cidade de São Paulo, a construção de edifícios é gratuita até o limite definido pelo coeficiente básico de cada zona de uso. No entanto, existe a possibilidade de se construir acima do permitido pelo coeficiente básico até o limite do coeficiente máximo de cada zona mediante a outorga onerosa do direito de construir. Para cada um dos Distritos que compõem a cidade foi definido um estoque de área adicional de construção que pode ser obtido mediante pagamento. Os recursos da outorga onerosa são direcionados para o Fundo Municipal de Urbanização – FUNDURB – e utilizado na implantação de melhorias na cidade como um todo”.

Entretanto, se os incentivos gerados forem em direção ao uso misto do solo, percebe-se, segundo o modelo estimado, que a renda da terra seria equilibrada, evitando, por conseguinte, uma pressão sobre a renda na região em questão.

Do ponto de vista do setor privado (as construtoras e/ou incorporadoras, por exemplo), o estudo é capaz de nortear os lançamentos de imóveis corporativos e/ou residenciais, permitindo que estas estimem o impacto na renda da terra em determinada região ao ofertar escritórios, galpões, escolas, etc., bem como pode considerar o impacto que seu concorrente gera no mercado ao ofertar esse mesmo produto. Portanto, numa região em que o uso seja misto e a firma (incorporadora e/ou construtora) tenha a possibilidade de ofertar imóveis para fins residenciais, comerciais ou ambos, o modelo empírico coopera na tomada de decisão por parte da firma, isto é, pode indicar se a melhor decisão será esperar para ofertar, antes ou simultaneamente com seu concorrente, dado que a firma saiba a decisão de oferta da outra. A estratégia de decisão visaria ao ganho com o aumento da renda da terra.

Resumidamente, pode-se depreender a partir do cenário paulistano: produtividade decrescente em relação aos CBDs, custo de transporte crescente com o distanciamento da região da Sé e Itaim Bibi, e uso do solo para fins residenciais sobrepondo o uso do solo para fins comerciais com o distanciamento do CBD, então, como resultado, a renda da terra estimada apresenta, por consequência, um gradiente de inclinação negativa. O gradiente declinante da renda do solo para firma se acentua em direção a periferia da cidade de São Paulo, caso valham os pressupostos acima.

2.7.Considerações Finais

A discussão deste trabalho orbitou em torno da tensão do uso do solo entre os agentes econômicos, firmas e famílias. A motivação para essa discussão se valeu, inicialmente, da análise heurística da composição do solo no município de São Paulo em função do desenvolvimento econômico, como sublinhado na introdução deste trabalho. A discussão se fundamentou nos determinantes teóricos do modelo microfundamentado de Wheaton (2004), sublinhando os fatores que explicam a renda do solo. Dentre os fatores, pôde-se ressaltar que a concorrência entre os agentes econômicos pelo uso do solo é capaz de impactar a renda do solo, sugerindo uma tensão no uso da terra.

A fim de alcançar o objetivo proposto neste trabalho, isto é, demonstrar a existência da tensão no uso do solo e estimar o impacto quantitativo sob uma abordagem econométrica, foi necessária a montagem da base de dados utilizando *proxies* capazes de explicar produtividade e infraestrutura de deslocamento.

Resumidamente, como na cidade hipotética ajustada por Wheaton (2004), o comportamento da produtividade no município de São Paulo apresenta gradiente de produtividade decrescente em relação à distância. A questão do gradiente de produtividade decrescente também justifica os empregos não serem consideravelmente espalhados, mas com maior concentração em torno da região da Sé e Itaim Bibi como demonstrado na Figura 2.1.

Ademais, esse comportamento da produtividade no município também contribui para elucidar a composição mista do uso do solo cidade. Regiões com características de centro de negócios (CBD) apresentam uma relação de uso do solo para firma e família mais igualitária e, algumas vezes, o uso pelas firmas superam. Em contrapartida, ao se distanciar dos CBDs, o uso relativo do solo, alocados pelas firmas, é menor.

Dessa paisagem urbana cristalizada até então na cidade de São Paulo, é possível compreender que a renda do solo para a firma é maior quanto mais próximo dos centros de negócios, isso devido às externalidades positivas fornecidas pela aglomeração nesses locais cidade. Dessa forma, os fatores que contribuem com a produtividade da firma e com o deslocamento elevam a renda da terra, sob a ótica da firma.

De outra forma, o estudo contribui à sinalização de medidas que elevam a renda da terra para as firmas, podendo ser útil para entender quais fatores seriam capazes de incentivar o deslocamento do eixo dinâmico da cidade (formação de outros CBDs). Ademais, a concentração de emprego no município representa a importância da aglomeração, sendo esta capaz de atuar como força centrífuga, “empurrando” as firmas aos CBDs e vizinhanças.

Desses resultados e das discussões feitas nesse trabalho, a pesquisa também contribui com a literatura empírica nacional ao trazer a discussão sobre o uso misto do solo sob a ótica da firma testando um modelo teórico. Tema este não encontrado na literatura nacional utilizando uma abordagem econométrica.

Ao levar em consideração o planejamento urbano (lei de zoneamento, taxações, localização das empresas públicas, por exemplo), a análise ganha importância ao permitir entender o efeito dessas medidas sobre a renda do solo (firma) no espaço intraurbano. Esses instrumentos de planejamento urbano, regulação do uso do solo, podem ser utilizados para manter a estabilidade da renda da terra espacialmente, podendo, em algum sentido, controlar possíveis pressões sobre o preço.

A contribuição do estudo também se estender ao setor privado. É possível que as incorporadoras internalizem à sua tomada de decisão a oferta de seus concorrentes, buscando obter vantagens sobre a variação da renda do solo, postergando ou antecipando sua oferta e,

evidentemente, considerando o tipo de produto que pretende ofertar (residências ou escritórios, por exemplo).

Resumidamente, o modelo empírico foi capaz de demonstrar a tensão entre firmas e famílias pelo uso do solo e como esta tensão impacta sobre a renda da terra. A partir do modelo, pôde-se compreender que a regulação desse mercado (uso do solo) é capaz de contribuir com a estabilidade da renda da terra (sob a ótica da firma), bem como servir de diretriz às decisões de oferta das incorporadoras.

É relevante expor algumas limitações da abordagem. Primeiro, que o modelo teórico impõe varias restrições para chegar à renda da terra que maximiza o lucro da firma. Esta limitação pode ser superada no campo teórico, buscando relaxar tais hipóteses e sublinhar o novo equilíbrio da renda do solo. E, num segundo momento, como sugestão, pode-se testar um novo modelo empírico para o município de São Paulo ou outra cidade. Segundo, a limitação das variáveis *proxies* utilizadas para produtividade e acessibilidade. Como sugestão, propõe-se a receita bruta das firmas como medida de produtividade e para estimar a acessibilidade propõe o tempo de deslocamento de cada distrito para os CBDs, considerando assim o congestionamento. Terceiro, ampliar a amostra incorporando outros distritos.

2.8. ANEXO A: Taxonomia de modelos de regressão linear

A taxonomia abaixo proposta para os modelos podem ser encontradas em Anselin (1988) e Almeida (2012), a partir do modelo geral (Equação 21). Ademais, todas as seguintes demonstrações seguem Almeida (2012).

Tabela 3: Aninhamento dos Modelos Espaciais

Modelo	Modelo especificado	Condição sobre o Modelo Geral
SAR ⁵²	$y = \mu + \rho W y + X\beta + u$	$\rho \neq 0$ e $\lambda = 0$
SEM ⁵³	$y = \mu + X\beta + u$ $u = \lambda W u + \varepsilon$	$\rho = 0$ e $\lambda \neq 0$
SAC ⁵⁴	$y = \mu + \rho W y + X\beta + u_i$ $u = \lambda W u + \varepsilon$	$\rho \neq 0$ e $\lambda \neq 0$

Fonte: elaboração própria baseada em Almeida (2012)

2.8.1. Modelo SAR

O modelo SAR associa as variáveis dependentes (explicadas) dos vizinhos (j) ao resultado da região em análise (i). De outra forma, as regiões j e i apresentam uma interação entre si.

$$y = \mu + \rho W y + X\beta + u \quad 1.1.A$$

Dentre as hipóteses de identificação da abordagem SAR:

- $E(Xu) = 0$
- Matriz $(I - \rho W)^{-1}$ seja não singular
- $|\rho| < 1$
- $u \sim (0, \sigma^2 I)^{55}$

Todavia, é nítida a endogeneidade existente causada pela correlação pela defasagem da variável dependente: $E(Wyu) \neq 0$. Segundo Anselin (1998), a inserção de Wy é o mesmo que introduzir uma variável endógena.

Assim partido do modelo SAR exposto na tabela acima, a equação pode ser reescrita na forma reduzida, após a substituição matemática da variável y a direita da equação:

$$y = (I - \rho W)^{-1} X\beta + (I - \rho W)^{-1} u \quad 1.1.B$$

A restrição requerida é que a matriz $(I - \rho W)^{-1}$ seja inversível, para tanto deve apresentar determinante não nulo. Ademais, a matriz de peso espacial deve ser limitada, o somatório das linhas

⁵²*Spatial Auto Regressive* (WHITTLE, 1954). Hospeda a dependência espacial no alcance global gerado por um multiplicador espacial da defasagem da variável dependente (ALMEIDA, 2012).

⁵³*Spatial Error Model* (ORD, 1975). A dependência espacial se manifesta por padrões pelo multiplicador autorregressivo de primeira ordem do erro, de modo que os componentes não observados não são aleatórios, apresentando padrão espacial (ALMEIDA, 2012).

⁵⁴ *Spatial Auto Regressive Error*. Abarca tanto os transbordamentos inerentes tanto a variável dependente quanto na forma de erros autocorrelacionados. (ALMEIDA, 2012)

⁵⁵ Essa condição só é validada para a estimação por VI, pois MV exige normalidade dos termos de erros.

e das colunas serem números finitos. Ademais, a matriz pode ser considerada como da seguinte forma:

$$(I - \rho W)^{-1} = (I_n + \rho W + \rho^2 W^2 + \rho^3 W^3 + \dots) \quad 1.1.C$$

Segundo LeSage e Pace (2009) e LeSage (2011) a série infinita pode ser considerada como sendo o processo de interação espacial simultâneo. Assim, dado que a matriz é plena, significa dizer que cada região é autocorrelacionada com as demais regiões, todavia, dado que o coeficiente *rho* é limitado ao círculo unitário, pode-se dizer, que regiões mais distantes influenciam menos que regiões mais próximas. Do fato que $E(Wyu) \neq 0$ é que se considera como sendo o alcance do modelo SAR global.

Quanto à estimação, esta deve considerar a endogeneidade que é intrínseca ao modelo estrutural. As estimações por Máxima Verossimilhança (MV) ou pelo método de Variáveis Instrumentais (VI) são capazes de considerar a simultaneidade das interações ocasionadas pela matriz plena.

Embora sejam duas as possibilidades de estimação, a exposição que se segue trata apenas sobre o método VI: método utilizado para a estimação do modelo empírico proposto na equação 20.

Assim, dado que Wy é endógena, conjuntos de instrumentos são requeridos. A proposta de instrumentos são as próprias defasagens das variáveis explicativas do modelo estimado (WX ou W^2X^2) ou também $W(I - \rho W)^{-1}X\beta$. Os instrumentos são considerados bons por não serem correlacionados com o termo de erro aleatório, e serem fortemente correlacionados com Wy .

Processualmente, o método de VI segue os seguintes passos:

1. Estima uma regressão auxiliar por MQO usando, por exemplo, WX como instrumento:

$$Wy = X\psi + WX\pi + \zeta$$

Onde, ψ e π são vetores de coeficientes e ζ é o termo de erro.

2. Estima-se a seguinte regressão:

$$y = \rho W\hat{y} + X\beta + u$$

Onde, $W\hat{y}$ é o ajustamento feito com vista a expurgar a endogeneidade que existia.

A consistência do estimador é alcançada em grandes amostras. Portanto, em amostras finitas o estimador VI é viesado e ineficiente, isso porque a variância assintótica é maior em VI face ao MQO. Ademais, por VI o estimador *rho* tende a ser maior que o círculo unitário, o que pode ser problema de má especificação do modelo ou da matriz de peso espacial.

2.8.2. Modelo SEM

O modelo SEM associa a variável dependente a um determinado padrão espacial ocorrido no termo de erro do modelo fruto da incapacidade de modelar toda a dependência espacial, ou outras palavras: a dependência residual advinda por características/efeitos não modelados são distribuídas no termo de erro e estão correlacionados espacialmente, todavia esses erros não modelados não são correlacionados com a variável dependente, valendo a hipótese de exogeneidade das variáveis explicativas.

$$y = X\beta + u \quad 1.2.A$$

$$u = \lambda Wu + \varepsilon \quad 1.2.B$$

Dentre as hipóteses de identificação da abordagem SAR:

- a) $E(Xu) = 0$
- b) Matriz $(I - \lambda W)^{-1}$ seja não singular
- c) $|\lambda| < 1$
- d) $\varepsilon \sim (0, \sigma^2 I)^{56}$

Assim partido do modelo SEM exposto na tabela acima, a equação pode ser reescrita na forma reduzida, após transformações matemáticas:

$$y = X\beta + (I - \lambda W)^{-1}\varepsilon \quad 1.2.C$$

A restrição requerida é que a matriz $(I - \rho W)^{-1}$ apresente determinante não nulo. Ademais, a matriz de peso espacial deve ser limitada, o somatório das linhas e das colunas serem números finitos. Ademais, a matriz pode ser considerada como da seguinte forma, uma vez que *lambda* esteja dentro do círculo unitário:

$$(I - \rho W)^{-1} = I_n + \lambda W + \lambda^2 W^2 + \lambda^3 W^3 + \dots \quad 1.2.D$$

Assim, pode-se depreender que a variável dependente pode ser influenciada não apenas pelo termo aleatório gerado pela região analisada, mas é possível que sofra choques advindos de outras regiões, e assim como no modelo SAR, os são suavizados conforme a distância espacial (medida pela matriz de pesos espaciais) se eleve. Esse fato decorre da restrição imposta ao coeficiente *lambda*.

A implicação de estimar o modelo SEM é que os termos de erros aleatórios não são homocedásticos e nem independentes espacialmente. Pode-se verificar na equação 1.3.E, onde a variância se altera devido a conexão que está exposta, isto é, pela matriz W:

⁵⁶ Essa condição só é validada para a estimação por MGM, pois MV exige normalidade dos termos de erros.

$$E(uu') = \sigma^2[(I_n - \lambda W)'(I_n - \lambda W)]^{-1} \quad 1.2.E$$

A heterocedasticidade a que está sujeito o modelo SEM, o estimador de MQO é seria viesado, portanto, o estimador deve considerar que a matriz de variância-covariância do modelo produz elementos da diagonal principal não constantes. Os estimadores de Máxima Verossimilhança (MV) e o Método Generalizado dos Momentos (MGM) podem ser utilizados.

Como a modelagem neste trabalho fora estimada por MGM, abaixo se discute este estimador.

O MGM proposto por Keleijian e Prucha (1999) se fundamenta num estimador não linear menos complexo que o estimador de MV. Este estimador proposto se resume ao estimador de Mínimos Quadrados Generalizados Exequíveis (MQGE). Segundo os autores, três condições são necessárias sobre o termo de erro (ε) e suas defasagens espaciais (Wu):

$$1. \quad E\left[\left(\frac{1}{n}\right) \varepsilon' \varepsilon\right] = \sigma^2 \quad 1.2.F$$

$$2. \quad E\left[\left(\frac{1}{n}\right) \varepsilon' W' W \varepsilon\right] = \left(\frac{1}{n}\right) \sigma^2 \text{tr}(W' W) \quad 1.2.G$$

$$3. \quad E\left[\left(\frac{1}{n}\right) \varepsilon' W \varepsilon\right] = 0 \quad 1.2.H$$

Onde, $\varepsilon = u - \lambda Wu$. A primeira condição é válida devido a suposição de que os erros (ε) são homocedásticos. A segunda hipótese também advém da homocedasticidade de (ε) e de uma característica calculável de W , seu traço. A terceira hipótese é valida por definição, isso porque uma região não pode ser vizinha de si mesma.

Portanto, a solução do problema advém do sistema de equações geradas a partir das equações 1.2.A e 1.2.B:

$$u - \lambda Wu = \varepsilon \quad 1.2.I$$

$$Wu - \lambda W^2u = W\varepsilon \quad 1.2.J$$

$$uWu + \lambda^2 WuW^2u - \lambda(uW^2u + WuWu) = \varepsilon W\varepsilon \quad 1.2.K$$

Considerando u , Wu , W^2u , ε e $W\varepsilon$ como u_i , \dot{u}_i , \ddot{u}_i , $\dot{\varepsilon}_i$ e $\ddot{\varepsilon}_i$, multiplicando por suas transpostas, e substituindo o lado direito do sistema de equações de erros pelos momentos, tem-se:

$$E(u_i \dot{u}_i') - \lambda^2 E(\dot{u}_i' \dot{u}_i) = \sigma^2 \quad 1.2.L$$

$$E(u_i \dot{u}_i') - \lambda E(\ddot{u}_i' \ddot{u}_i) = \frac{\sigma^2}{N} \text{tr}(W' W) \quad 1.2.M$$

$$E(u_i \dot{u}_i') - \lambda[E(\ddot{u}_i' u_i) + E(\dot{u}_i' \dot{u}_i)] + \lambda^2 \ddot{u}_i' \dot{u}_i = 0 \quad 1.2.N$$

Assim, após a substituição o resultado é um sistema com três equações e três incógnitas: λ , λ^2 e σ^2 . Todavia, como u não é observado, então, para a operacionalização do sistema utiliza-se a estimação de u por MQO ($\hat{u} = y - X\beta^{MQO}$) e substitui no sistema 1.2L, 1.2M, 1.2.N.

O resultado dessa substituição por um estimador do termo de erro u , é que surgirá outro sistema de equações que não serão exatas – $G_N\theta - g_N = V_N(\lambda, \sigma^2)$, mas existirá um vetor de resíduos – $V_N(\lambda, \sigma^2)$.

$$G_N = \begin{pmatrix} \frac{-2}{N} \hat{u}' \hat{u}_i & \frac{1}{N} \hat{u}' \hat{u}_i & -1 \\ \frac{-2}{N} \hat{u}_i' \hat{u}_i & \frac{1}{N} \hat{u}_i' \hat{u}_i & -\frac{1}{N} \text{tr}(W'W) \\ \frac{1}{N} \hat{u}' \hat{u}_i + \hat{u}_i' \hat{u}_i & \frac{1}{N} \hat{u}_i' \hat{u}_i & 0 \end{pmatrix}, g_N = \begin{pmatrix} \frac{1}{N} \hat{u}' \hat{u} \\ \frac{1}{N} \hat{u}_i' \hat{u}_i \\ \frac{1}{N} \hat{u}' \hat{u}_i \end{pmatrix}, \theta = |\lambda \quad \lambda^2 \quad \sigma^2| \quad 1.2.O$$

Da minimização do estimador de mínimos quadrados não linear advém da minimização do quadrado dos resíduos, isto é, $V_N(\lambda, \sigma^2)' V_N(\lambda, \sigma^2)$. Após obter os valores estimados de λ e σ^2 , transformam-se as variáveis do modelo 1.2.A e 1.2.B, filtrando espacialmente:

$$y^* = y - \hat{\lambda}W y \quad 1.2.P'$$

$$X^* = X - \hat{\lambda}W X \quad 1.2.P''$$

Por conseguinte, a estimação do parâmetro β é feita pelo estimador de MQGE, isto é: estima-se por MQO as variáveis filtradas, já extraídas a autocorrelação da forma de erro espacial autorregressivo.

$$\beta_{MQGE} = [X^{*'} X^*]^{-1} X^{*'} y^* \quad 1.2.Q$$

2.8.3. Modelo SAC

O modelo SAC associa a variável dependente a um determinado padrão espacial ocorrido tanto no termo de erro do modelo fruto da incapacidade de modelar toda a dependência espacial, bem como existe um fator de difusão espacial entre as variáveis explicativas.

$$y = \mu + \rho W y + X\beta + u_i \quad 1.3.A$$

$$u = \lambda W u + \varepsilon \quad 1.3.B$$

Dentre as hipóteses de identificação da abordagem SAC:

- $E(X\varepsilon) = 0$
- Matriz $(I - \lambda W)^{-1}$ seja não singular⁵⁷
- $|\rho| < 1$
- $|\lambda| < 1$
- $\varepsilon \sim (0, \sigma^2 I)$ ⁵⁸

⁵⁷ Cabe destacar que a matriz de peso espacial que acompanha a variável exógena explicativa e a que acompanha o termo de erro podem diferir quanto ao peso espacial.

⁵⁸ Essa condição só é validada para a estimação por MQ2E, pois MV exige normalidade dos termos de erros.

Assim partido do modelo SAC exposto acima, a equação pode ser reescrita na forma reduzida, após transformações matemáticas:

$$y = (I_n - \rho W)^{-1} X\beta + (I_n - \rho W)^{-1} (I_n - \lambda W)^{-1} \varepsilon \quad 1.3.C$$

Ou na forma estrutural:

$$y = \rho W y + \lambda W y + \lambda \rho W W y + X\beta - \lambda W X\beta + \varepsilon \quad 1.3.D$$

Da equação 1.3.C, nota-se que o alcance do modelo é global, devido o multiplicador espacial do processo SAR da defasagem espacial e do processo SEM da defasagem espacial. E, devido a restrição sobre os parâmetros ρ e λ , a influência do choque é suavizada no processo.

A matriz de variância-covariância do modelo SAC apresenta erros autocorrelacionados e heterocedasticidade, como pode ser visualizado abaixo:

$$E(uu') = \sigma^2 (I_n - \rho W)^{-1} (I_n - \lambda W)^{-1} (I_n - \lambda W')^{-1} (I_n - \rho W')^{-1} \quad 1.3.E$$

Da equação 1.3.D, pode-se notar o surgimento de redundâncias e circularidades causada a partir da defasagem espacial do tipo WW . Considerando que essas matrizes podem ser de pesos diferentes, a ordem da contigüidade, por exemplo, isso afetara as propriedades dos estimadores. A resolução do problema surge ao assumir $WW = 0$. Logo, a equação 1.3.D, transforma-se no modelo de defasagem espacial biparamétrico, mas com restrições nos parâmetros:

$$y = \rho W_1 y + \lambda W_2 y + X\beta - \lambda W_2 X\beta + \varepsilon \quad 1.3.F$$

O modelo de defasagem especial biparamétrico sem restrições pode ser expresso:

$$y = \rho W_1 y + \rho W_2 y + X\beta + \varepsilon \quad 1.3.G$$

É importante ressaltar que a identificação dos parâmetros pode ser feitas com matrizes de ponderações espaciais, isto é, ($W_1 = W_2$). Portanto, o modelo sem circularidade:

$$y = (\rho + \lambda) W y - \lambda \rho W^2 y + X\beta - \lambda W X\beta + \varepsilon \quad 1.3.H$$

Portanto, se os modelos de defasagem espacial (1.3.G e 1.3.H) apresentaram o vetor de coeficientes β igual a zero, o modelo não é identificado.

Considerando as dificuldades de estimação do modelo SAC, isto é, endogeneidade e heterocedasticidade dos termos de erro, é possível estimar o modelo por Máximo Verossimilhança e pelo Método de Mínimos Quadrados de 2 Estágios Exequíveis.

Considerando que o modelo SAC apresenta dois jacobianos $(I_n - \rho W)^{-1}$ e $(I_n - \lambda W)^{-1}$ e isto necessita ser considerado. A proposta de Kelejian e Prucha (1998) para estimação do modelo adota quatro passos:

1. Estimar o modelo SAC por MQ2E, usando W_1X e/ou W_2X como instrumentos
2. Utilizam-se os resíduos de MQ2E da estimação do modelo SAC (da mesma forma apresentada na equação 1.2.0), a fim de obter a estimativa do parâmetro λ .
3. Utiliza-se a estimativa de λ para filtrar espacialmente as variáveis explicativas e a dependente.
4. Estima-se com as variáveis filtradas o vetor de parâmetros β e ρ . E, segundo provam Kelejian e Prucha (1998) os coeficientes estimados são consistentes.

2.9.ANEXO B: Outras Regressões

Tabela 4: Resultados da Análise de Renda do Uso do Solo

Variáveis	Modelo SEM 1		Modelo SEM 2		Modelo SEM 3	
	Coef.	Prob.	Coef.	Prob.	Coef.	Prob.
CONSTANTE	91.54707**	0.01217	85.46245**	0.02112	88.01520**	0.01271
AMOA	-43.97530	0.16077	-45.51189	0.15383	-46.06375	0.13466
CID	0.00019	0.53903	0.00028	0.36818	0.00020	0.52232

DAE	2.00365	0.11142	2.60164***	0.05579	1.91081	0.12042
DCE	-2.37869*	0.07495	-	-	-2.26714***	0.07720
DEC	18.27114	0.57963	16.63368	0.62011	17.52233	0.59538
DMT	1.38836	0.75027	2.37871	0.58477	1.61006	0.71042
DSC	-5.26475*	0.00469	-5.04686**	0.01219	-5.14593*	0.00489
FME1	14.77954	0.34145	6.64451	0.66775	12.33653	0.36319
FME2	-5.42918	0.73741	0.25622	0.98721	-	-
E	5.35815	0.35378	0.07906	0.98793	4.69816	0.38374
Tfam	-17.08382**	0.03149	-12.51169***	0.09261	-17.27847**	0.02972
Tfirm	20.59801**	0.01477	18.02371**	0.04133	20.94620**	0.01295
<i>lambda</i>	-0.21680	0.48294	-0.05391	0.85290	-0.22981	0.44981
Pseudo R-squared	0.34915		0.30906		0.34612	
Grau de liberdade	26		27		27	
Matriz de Pesos Espaciais	Rainha					

Nota: ***significante a 10%; **significante a 5%; *significante a 1%.

CONCLUSÃO DOS ENSAIOS

O município de São Paulo apresenta características consideráveis que dão suporte para o estudo de determinantes de preços de bens imobiliários residenciais e renda da terra para a firma devido ao crescimento urbano e crescimento econômico. Dessa importância econômica e força atrativa de mão de obra vários fatores puderam ser analisados como determinantes dos preços analisados. Todavia, a economia de aglomeração traz no bojo dessas externalidades positivas as

deseconomias de aglomeração, por exemplo. Esses fatores foram observados, bem como seus impactos.

De modo geral, identificou-se em ambos ensaios certas regularidades com a teoria da Nova Economia Urbana utilizada como suporte teórico. Sob estes pressupostos tornou-se possível a investigação de fatores teóricos elencados para uma cidade real. Abaixo seguem os comentários sobre os principais resultados encontrados em cada um dos ensaios.

O primeiro capítulo trouxe à discussão os determinantes dos preços dos imóveis residências verticais no município. No que circunscreve à questão metodológica, a pesquisa encontrou evidências teóricas para a utilização de um método que considere as hierarquias da base de dados, bem como o tratamento da dependência espacial. A partir dessa escolha metodológica, pôde-se demonstrar a importante participação das amenidades extrínsecas ofertadas no espaço para a determinação do preço dos imóveis. Assim, pôde-se considerar que os agentes percebem o espaço de forma cognitiva, valorizando o espaço de forma diferenciada sujeita ao tipo de externalidade que cada distrito e os distritos vizinhos ofertam.

O resultado desse primeiro ensaio sublinhou a importância sobre a capacidade de cada nível hierárquico explicar o preço dos imóveis. A partir do modelo não condicional, inferiu-se o nível *Imóveis* corresponde por 60% da variação do preço, enquanto o nível *Distritos* por 40%.

Considerando o modelo condicional simples (HLM) e o modelo condicional espacial (HLME), foi possível descrever dois grupos. O primeiro é descrito quando analisa os determinantes dos preços sem a possibilidade de transbordamento das características espaciais, isto é, as características das vizinhanças (efeito vizinhança) explicam 52% do preço dos imóveis no município de São Paulo. Ao tratar o problema da dependência espacial, considerando os transbordamentos das amenidades de cada vizinhança, forma-se o denominado efeito vizinhança e efeito adjacência, os quais conjuntamente explicam 66% da variância remanescente nos preços dos imóveis no município. Com o tratamento da dependência espacial houve a redução da variância no nível *Distritos*, sugerindo que uma análise espacial, não restrita apenas aos distritos, importa. Portanto, o estudo da avaliação das características intrínsecas e extrínsecas e o impacto que estas características exercem sobre os preços dos imóveis fornecem maior compreensão das dinâmicas e tendências do espaço no município de São Paulo.

A questão do preço e seus determinantes continuam sendo o mote central da dissertação. Nesse sentido orbitou o segundo ensaio, todavia voltado aos impactos gerados pela tensão do uso do solo sobre a renda do solo, sob a ótica da firma. Para alcançar este objetivo, buscou-se testar o modelo teórico proposto por Wheaton (2004). Utilizando de uma abordagem de econometria

espacial para estimar o modelo empírico, justificou-se o uso de tal abordagem metodológica devido busca de tratamento da dependência espacial e pela tentativa de encontrar algum transbordamento espacial. A não significância estatística do coeficiente espacial pode ser decorrente da utilização de variáveis espaciais na regressão.

Como já esperado do modelo microfundamentado de Wheaton (2004), a tensão do uso do solo foi evidenciada econometricamente. Isto é, os coeficientes das variáveis utilizadas para medir o uso do solo para a firma e para as famílias foram estatisticamente significativos, onde o coeficiente do uso do solo pela família apresentou sinal negativo, como o esperado. Sugerindo que os distritos que apresentam maior taxa de crescimento quanto ao uso do solo para fins residenciais impactam negativamente sobre a renda do solo, enquanto o aumento percentual da taxa de crescimento o uso do solo para uso comercial, impacta a renda da terra positivamente.

Em geral ambos ensaios se interligam em alguns aspectos, isto é, ao notar que as famílias consideram a oferta de empregos e serviços nos distritos, sendo estes capazes de afetar o preço dos imóveis residenciais, bem como consideram a área do imóvel. Todavia, ofertar mais serviços e mais empregos impacta sobre a necessidade de uso do solo e, por consequência, na renda do uso do solo para as firmas. Quanto ao impacto da área do imóvel, este, por sua vez, atua reduzindo a renda da terra, segundo o modelo empírico baseado no modelo teórico de Wheaton (2004).

Portanto, os resultados expostos na dissertação ressaltam questões urbanas com as quais uma cidade do porte de São Paulo convive. A questão do homicídio, do adensamento demográfico, emprego, serviços, transportes públicos, lazer, área verde, e, principalmente, moradia. A questão dos imóveis é essencial não apenas como estudo de determinantes de preços, mas, sobretudo, por sua função moradia. Portanto, sublinhar características que impactam o preço dos imóveis, tendo como pano de fundo a leitura das preferências dos consumidores, são capazes de balizar as medidas públicas do Estado, para fornecer ambiente urbano, ao setor privado, para oferta de imóveis em regiões periféricas.

Ademais, a demanda por espaço para moradia concorre diretamente com a demanda por terreno para as firmas. Dessa tensão existente entre famílias e firmas surgem as pressões sobre os preços dos terrenos. Como se pode demonstrar o uso misto do solo contribui para a estabilização da renda do solo. Embora, a partir do primeiro ensaio, seja possível notar que mais estabelecimentos por m² contribuam com o preço dos imóveis, sugerindo que as famílias estariam dispostas a pagar por mais dessa qualidade no distrito em que está localizado. Contudo, quando analisado sob a ótica da firma, o contrário não se processa. Isto é, mais residências (área construída) não implicam em valorização da renda do solo sob a ótica da firma.

Dessa dicotomia expressa no segundo ensaio, bem como os apontamentos feitos sobre as características que fazem com que as famílias estejam dispostas a pagar mais, sobretudo as que dizem respeito às amenidades, é, portanto, possível retirar diretrizes dos estudos para o mundo real da economia. Tais como: a) balizar a oferta de imóveis pelo mercado privado, considerando as características intrínsecas e extrínsecas, bem como o impacto resultante da oferta sobre a renda do solo em função do tipo de lançamento feito – residencial ou corporativo; b) servir de diretriz para políticas públicas que visem desconcentrar a pressão espacial dos preços. As políticas públicas podem ser diversas, como sobre áreas de zoneamentos, IPTU, fornecimento de bens e serviços.

Embora o objetivo da dissertação tenha sido alcançado, é necessário notar que possíveis avanços podem ser feitos à pesquisa, como sugerido nas considerações finais dos ensaios. Ademais, cabe sublinhar que a análise esteve focada na análise da Nova Economia Urbana, podendo outras correntes de Economia Urbana ser utilizadas, bem como outros métodos empíricos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. M.; SIMÕES, R; GOLBER, A. B. **Building attributes and urban amenities: a real estate market analysis of the city of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil**. IV WORLD CONFERENCE – SPATIAL ECONOMETRICS ASSOCIATION, Salvador, Brazil, 2012.
- AGUIRRE, A.; FARIA, D. M. C. P. **A utilização de preços hedônicos na avaliação social de projetos**. Revista Brasileira de Economia, Vol. 51, No. 2, pp. 391-411, 1997.
- ALMEDIA, E. S. **Econometria espacial aplicada**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2012.
- ALMEIDA, C. M.; MONTEIRO, A. M. V.; CÂMARA, G. **Modelos de simulação e prognósticos de mudanças de uso do solo urbano: instrumento para o subsídio de ações e políticas públicas urbanas**. XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional –Anpur. Salvador, Bahia, Brasil. 2005.
- ALONSO, W. **Location and land use**. Cambridge: Harvard University Press, 1964.
- ANAS, A., ARNOTT, R., SMALL, K. **Urban spatial structure**. Journal of Economic Literature, Vol.36, No.3, p.1426-1464, 1998.
- ANAS, A.; KIM, I. **General equilibrium models of polycentric land use with endogenous congestion and job agglomeration**. Journal of Urban Economics, v. 28, p. 318-325, 1990.
- ANSELIN, L. *Spatial econometrics: methods and models*. Boston: Kluwer Academic, 1988.
- _____. **SpaceStat tutorial**. Mimeo., University of Illinois, 1992.
- _____. **GIS research infrastructure for spatial analysis of real estate markets**. Journal of Housing Research, v. 9, n. 1, p. 113-133. 1998
- _____. **Exploratory spatial data analysis in a geocomputational environment**. In. P. Longley, S. Brooks, R. McDonnell, and B. Macmillan (eds.), *Geocomputation, A Primer*, pp. 77-94. London: John Wiley, 1998b.
- _____. **The future of spatial analysis in the social sciences**. Geographic Information Sciences, Vol. 5, No. 2, pp. 67-76, 1999.
- ANSELIN, L.; et al. **Simple diagnostic tests for spatial dependence**. Regional Science and Urban Economics, v. 26, p. 77-144, 1996.
- ARNOTT, R. **Economic theory and housing**. In: E. S. Mills, E. Handbook of Regional and Urban Economics: Urban Economics. Vol. 2, Cap. 20, Amsterdam: North Holland, 1987.
- BATALHONE, S. A.; NOGUEIRA, J. M.; MUELLER, B. P. M. **Economics of air pollution: hedonic price model and smell consequences of sewage treatment plants in urban areas**. Brasília: Universidade de Brasília, 2002.
- BAUMONT, C. **Spatial Effects in Housing Price Models: do house prices capitalize urban development policies in the agglomeration of Dijon (1999)?** Mimeo., Université de Bourgogne, 2004.
- _____. **Neighborhood effects, urban public policies and housing values: a spatial econometric perspective**. Université de Bourgogne, 2007. Disponível em <http://leg2.u-bourgogne.fr/documents-de-travail/e2007-09.pdf>
- BAUMONT, C; LEVROS, D. **Neighborhood effects in spatial housing values models: the case of the metropolitan area of paris (1999)**. 26èmes Journées de Microéconomie Appliquée, Dijon, 2009.
- BERON, K.J.; HANSON, Y.; MURDOCH, J.C.; THAYER, M.A. **Hedonic price functions and spatial dependence: implications for the demand for urban air quality**. In L. Anselin, R.J.G.M.

Florax, and S.J. Rey (eds.), **Advances in Spatial Econometrics**. Methodology, Tools and Applications, Springer, Ch. 12, 2004.

BIDERMAN, C. **Forças de atração e expulsão na Grande São Paulo**. São Paulo: Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, 2001. (Tese de Doutorado).

BLAIR, J. P.; PREMUS, R. **Major factors in industrial location: a review**. *Economic Development Quarterly*, v. 1, p. 72-85, 1987.

BOURASSA, S.C., E. CANTONI, and M. HOESLI. **Predicting House Prices with Spatial Dependence: A Comparison of Alternative Methods**. *Journal of Real Estate Research*, Vol. 32, No. 2, pp. 139–60, 2010.

BRADBURY, K. L.; DOWNS, A.; SMALL, K. A. **Urban decline and the future of American cities**, Brookings Institution, Washington, DC, 1982.

BRIASSOULIS, H. **Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches**. University of Aegean, Lesvos, Grécia, 2000. (Tese de Doutorado).

BROWN, K. H.; UYAR, B. **A hierarchical linear model approach for assessing the effects of house and neighborhood characteristics on housing prices**. *Journal of Real Estate Practice and Education*, Vol. 7, No. 1, pp. 15-23, 2004.

BRUECKNER, J. **The structure of urban equilibria: A unified treatment of the Muth-Mills model**, in: E.S. Mills, ed., *Handbook of urban economics*, v. 2 (North-Holland, Amsterdam) pp. 821-845, 1987.

BRUECKNER, J.K.; THISSE, J.F.; ZENOU, Y. **Why is Paris rich and downtown Detroit poor? an amenity-based theory**. *European Economic Review*, Vol. 43, p. 91-107, 1999.

CAN, A. **The measurement of neighborhood dynamics in urban house prices**. *Economics Geographic*, Vol. 66, pp. 254–272, 1990

_____. **Specification and estimation of hedonic housing price models**. *Regional Science Urban Economics*, Vol. 22, pp. 53–474, 1992.

CAVAILHÈS, J.; GAINÉ, C.; TABUCHI, T.; THISSE, J. F. **Trade and the structure of cities**. *Journal of Urban Economics*, v. 62, p. 383-404, 2007.

CERVERO, R. **America's suburban centers: the land use – transportation link**. Uniwin Hyman, Boston, 1989.

CHRISTALLER, W. **Central places in southern Germany**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1966.

COURT, A. **Hedonic price indexes with automotive examples**. In: *The dynamics of automobile demand*, New York, The General Motors Corporation, pp. 88-149, 1939.

CUNHA, C. **Atributos espaciais e valorização imobiliária em Porto Alegre, RS**. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

DANTAS, R.; MAGALHÃES, A., VERGOLINO, J. **Um modelo espacial de demanda habitacional para a cidade do Recife**. *Estudos Econômicos*, Vol. 40, No. 4, pp. 891-916, 2010.

DINIZ, C. C.; CROCCO, M. A. **Reestruturação econômica e impacto regional: o novo mapa da indústria brasileira**. *Nova Economia*, v. 6, n. 1, 1996.

DUBIN, R. **Estimation of regression coefficients in the presence of spatially autocorrelated error terms**. *Review Econometric Statistics*, Vol. 70, pp. 466–474, 1988.

_____. **Spatial autocorrelation and neighborhood quality.** *Regional Science and Urban Economics*, v. 22, 1992, p. 433-452.

DURLAUF, S. N. **Neighborhood effects.** In: Henderson, J. V.; Thisse, J. F. *Handbook of Regional and Urban Economics: Cities and Geography*. Vol. 4, Cap. 1, Amsterdam: North Holland, 2004.

EKELAND, I.; HECKMAN, J. J and NESHEIM, L. **Identifying hedonic models.** *The American Economic Review*, Vol. 92, No. 2, pp.304-309, 2002.

ELHORST, J. P. **Spatial panel data models.** In: FISCHER, M. M.; GETIS, A. (ed.). *Handbook of Applied Spatial Analysis: Software Tools, Methods and Applications*. Berlin: Springer, 2010.

EPPLI, M.; BENJAMIN, J. **The evolution of shopping center research: a review and analysis.** *The Journal of Real Estate Research*, Vol. 9, 1994.

FÁVERO, L. P. L.. **Preços hedônicos no mercado imobiliário comercial de São Paulo: a abordagem da modelagem multinível com classificação cruzada.** *Estudos Econômicos*, Vol. 41, No. 4, pp. 777-809, 2010.

FÁVERO, L. P. L.; BELFIORE, P. P. **Attributes, neighborhood and time effects on residential property prices in São Paulo, Brazil: a multilevel approach.** In: 50th ANNUAL MEETING OF THE ACADEMY OF INTERNATIONAL BUSINESS, 2008, Milan. *Anais do Congresso*. Milan: 50th AIB, 2008. 1 CD-ROM.

FÁVERO, L.; BELFIORE, P.; LIMA, G. **Modelos de precificação hedônica de imóveis residenciais na RMSP: uma abordagem sob as perspectivas da demanda e da oferta.** *Estudos Econômicos*: Vol. 38, No. 1, pp. 73-96, 2008.

FLORAX, R.; FOLMER, H.; REY, S. **Specification searches in spatial econometric: the relevance of Hendry's methodology.** *Regional Science Urban Economics*, v. 22, n. 5, p. 557-579, 2003.

FOTHERINGHAM, S., BRUNSDON, C., CHARLTON, M. **Geographically weighted regression: a natural evolution of the expansion method for spatial data analysis.** *Environment and Planning*, vol. 30, p. 1905-1907, 1988.

FRIEDMAN, J. **Where we stand: a decade of world city research.** In: KNOX, P.; TAYLOR, P. *World cities in a world economy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

FRÚGOLI JR., H. **Centralidade em São Paulo: trajetórias, conflitos e negociações na metrópole.** São Paulo: Cortez; Edusp, 2000.

FUJITA, M.; OGAWA, H. **Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations.** *Regional Science and Urban Economics*, v. 12, p. 161-196, 1982.

FURTADO, B. A. **Modeling social heterogeneity, neighborhoods and local influences on urban real estate prices: spatial dynamic analyses in the Belo Horizonte Metropolitan Area, Brazil.** Utrecht: Knag/Faculteit Geowetenschappen Universiteit Utrecht, 2009. (Tese de Doutorado)

GALSTER, G. **On the Nature of Neighbourhood.** *Urban Studies*, Vol. 38, No. 12, pp.2111-2124, 2001.

GIULIANO, G.; SMALL, K. A. **Subcenters in the Los Angeles region.** *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 21, p. 163-182, 1991.

_____. **The determinants of growth of employment subcenters.** *Journal of Transport Geography*, Vol. 7, p. 189-201, 1999.

GLEASER, E. L.; KALLAL, H. D.; SCHEINKMAN, J. A.; SHLEIFER, A. **Growth in cities.** *Journal of Political Economy*, v. 100, n. 6, p. 1126-1152, 1992.

GOODMAN, A. C.; TIBODEAU, T.G. **Housing market segmentation**. Journal of Housing Economics, vol. 7, p. 121-143, 1998.

GRILICHES, Z. **Introduction: hedonic prices revisited**. In: GRILICHES, Z. Prices indexes and quality change. Cambridge, Harvard University Press, pp. 3-15, 1971.

HANSEN, W. G. **How accessibility shapes land use**. Journal of American Institute of Planners, v. 25, p. 73-76, 1959.

HARTIWICK, P. G.; HARTIWICK, J. M. **Efficient resource allocation in a multinucleated city with intermediate goods**. Quarterly Journal of Economics, v. 88, p. 340-352, 1974.

HELSELEY, R.; SULLIVAN, A. **Urban subcenter formation**. Regional Science and Urban Economics. v. 21, n. 2, p. 255-273, 1991.

HENDERSON, V.; KUNCORO, A.; TURNER, M. **Industrial development in cities**. Journal of Political Economy, v. 103, n. 5, 1995.

HENDLER, R. **Lancaster's new approach to consumer demand and its limitation**. The American Economic Review, Vol. 65, No. 1, pp. 194-199, 1975

HERMANN, B., HADDAD, E. A. **Mercado imobiliário e amenidades urbanas: a view through the window**. Estudos Econômicos, Vol. 35, No. 2, p. 237-269, 2005.

HOTTELING, H. **Stability in competition**. *Economic Journal*, v. 39, 1929.

HOX, J. **Multilevel Analysis: Techniques and Applications**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 2002

HUALLCHÁIN, B. Ó.; SATTERTHWAITTE, M. A. **Sectorial growth patterns at metropolitan level: an evaluation of economic development incentives**. Journal of Urban Economics, Vol. 31, p. 25-58, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <<http://www.censo2000.ibge.gov.br>>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>

JACOBS, J. **Economy of cities**. New York: Vintage, 1969.

JONES, K.; BULLEN, N. **Contextual models of urban house prices: a comparison of fixed and random-coefficient models developed by expansion**. *Economy Geography*, vol. 70, n. 3, p. 252-272, 1994.

KAIN, J. F.; QUINLEY, J. M. **Measuring the value of housing quality**. Journal of the American Statistical Association, Vol. 65, p. 532-548, 1970.

KAISER, H. F. **The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis**. *Psychometrika*, Vol. 23, p. 187-200, 1958.

KELEJIAN, H.; ROBINSON, D. P. **Spatial autocorrelation: a new computationally simple test with an application to per capita county policy expenditure**. *Regional Science and Urban Economics*, v. 22, p. 297-312, 1992.

KERN, C.R., 1981. **Upper-income renaissance in the city: Its sources and implications for the city's future**. *Journal of Urban Economics*, Vol. 9, p. 106-124, 1981.

KIM, C. W.; PHIPPS, T.T; ANSELIN, L. **Measuring the benefits of air quality improvement: a spatial hedonic approach**. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 45, p. 24-39, 2003.

KIM, T. J. **A combined land use-transportation model when zonal travel demand is endogenously determined.** *Transportation Research*, v. 17B, p. 449-462, 1983.

KNIGHT, J. R.; SIRMANS, C. F.; TURNBULL, G. **List price signaling and buyer behavior in the housing market.** *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, v. 9, p. 177-192, 1994.

LAI, F.; TSAI, J. **Simplified Alonso-Mills-Muth model with a monopoly vendor.** *Journal of Urban Economics*, Vol. 63, p. 536-543, 2008.

LANCASTER, K. J. **A new approach to consumer's theory.** *Journal of Political Economy*, Vol. 74, pp. 132-157, 1966.

LEMOS, M. B. **Espaço e capital: um estudo sobre a dinâmica centro x periferia.** Campinas: IE/UNICAMP, 1988. (Tese de Doutorado).

LEROY, S.F., SONSTELIE, J. **Paradise lost and regained: Transportation innovation, income, and residential location.** *Journal of Urban Economics*, v. 13, p. 67-89, 1983.

LESAGE, J. P. **Discussion: applications and innovations in spatial econometrics.** *Journal of Agricultural and Applied Economics*, v. 43, n. 3, p. 339-343, 2011.

LESAGE, J. P.; PACE, R. K. **Introduction to spatial econometrics.** CRC Press, Boca Raton, 2009.

LIMA, A. C. C.; SIMÕES, R. F. **Centralidade e emprego na região nordeste do Brasil no período 1995/2007.** *Nova Economia*, Belo Horizonte, No. 20, pp. 39-83, 2010.

MACEDO, P. **Hedonic price models with spatial effects: an application to the housing market of Belo Horizonte, Brazil.** *Discussion Papers*, 101. Belo Horizonte: Cedeplar/Face/UFMG, 1996

MACEDO, P.; SIMÕES, R. **Amenidades urbanas e correlação espacial: uma análise intra-urbana para BH/MG.** *Revista Brasileira de Economia*, Vol. 52, No. 4, pp. 525-541, 1998.

MACIEL, V.; BIDERMAN, C. **Assessing the effects of the São Paulo's metropolitan beltway on residential land prices.** *Journal of Transport Literature*. Vol. 7, No. 2, p. 373-402, 2013.

MARSHALL, A. *Principles of Economics*. London: Macmillan, 1890.

MCDONALDS, J. F.; MCMILLEN, D. P. **Employment subcenters and land values in a polycentric urban area: the case of Chicago.** Working paper (Department of Economics, University of Illinois at Chicago, Chicago, IL), 1987.

_____. **Employment subcenters and subsequent real estate development in suburban Chicago.** *Journal of Urban Economics*. Vol. 48, p. 135-157, 2000.

MEGBOLUGBE, I. F.; et al. **Understanding neighbourhood dynamics: a review of the contributions of William G. Grigsby.** *Urban Studies*, Vol. 33, No.10, p.1779-1795, 1996.

MEYER, R; GROSTEIN, M. D.; BIDERMAN, C. **São Paulo Metrópole.** Editora da Universidade de São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004.

MILLS, E. **An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area.** *American Economic Review*, Vol. 57, pp. 197-210, 1967.

_____. **Studies in the structure of the urban economy.** Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1972.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada.** Belo Horizonte: UFMG, 2005.

MORENOFF, J.; EARLS, F. SAMPSON, R. J. **Beyond social capital: spatial dynamics of collective efficacy for children.** *American Sociological Review*, Vol. 64, pp. 633-660, 1999.

MORENOFF, J. **Neighborhood mechanisms and the spatial dynamics of birth weight.** *AJS*, Vol. 108, No. 5, pp. 976-1017, 2003.

MUTH, R. **Cities and housing.** Chicago: University of Chicago Press, 1969.

NADALIN, V. **Quanto os moradores de São Paulo estão dispostos a pagar para viver longe das favelas?** In: Nadalin, V. Três ensaios sobre economia urbana e mercado de habitação em São Paulo. São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Economia; Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade; Universidade de São Paulo, 2010.

NETO, E. F. (2002). **Estimação do preço hedônico: uma aplicação para o mercado imobiliário do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Escola de Pós-Graduação de Economia, Fundação Getúlio Vargas.

NOBRE, E. **Reestruturação econômica e território: expansão recente do terciário na marginal do rio Pinheiros.** São Paulo.– Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2000. (Tese de Doutorado).

ODLAND, J. **The conditions for multi-centered cities.** *Economic Geography*, Vol. 54, p. 234-245, 1978.

OSLAND, L. **An application of spatial econometrics in relation to hedonic house price modeling.** *Journal of Real Estate Research*, Vol. 32, No.3, 2010.

PAIXÃO, L. **O impacto da violência no preço dos imóveis comerciais de Belo Horizonte: uma abordagem hedônica.** *Economia Aplicada*, Vol. 13, No. 1, pp. 125-152, 2009.

PALMQUIST, R. B. **Estimating the demand for the characteristics of housing.** *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 66, No.3, 1984.

QUIGLEY, J. M. **The evaluation of complex urban polices.** *Regional Science Urban Economics*, vol. 16, pp. 31-42, 1986.

RICHARDSON, H. W.; GORDON, P.; JUN, M. J.; HEIKKILA, E.; PEISER, R.; DALE-JONHNSON, D. **Residencial property values, the CBD, and multiple nodes: further analysis.** *Environmental and Planning*, Vol. 22A, p. 829-833, 1990.

RONDON, V.; ANDRADE, M. **Estimação dos custos de criminalidade em Belo Horizonte.** *Ensaio FEE*, Vol. 26, No. 2; pp. 829-854, 2005.

SARTORIS NETO, A. **Estimação de modelos de preços hedônicos: um estudo para residências na cidade de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SASAKI, K. **A Comparative static analysis of urban structure in the setting of endogenous income.** *Journal of Urban Economics*, Vol. 22, 1987.

_____. **The stablishment of a subcenter and urban spatial structure.** *Environment and Planning*, Vol. 22A, p. 369-383, 1990.

SINDICATO DA HABITAÇÃO (Secovi). **Balanco do Mercado Imobiliário em 2012.** Disponível em <http://www.secovi.com.br/files/Downloads/balaco-mercado-imobiliario-2012pdf.pdf>.

SMALL, K. A.; SONG, S. **Population and employment densities: structure and change.** *Journal of Urban Economics*, Vol. 36, p. 292-313, 1994.

SOLOW, R. **Congestion costs and the use of land for streets.** *Bell Journal*, v. 4, n. 2, p. 602-618, 1973.

SOUZA FILHO, E.; ARRAES, R. **Análise da demanda e modelos de preços hedônicos no mercado imobiliário urbano: o caso de Fortaleza.** Fortaleza: CAEN, Universidade Federal do Ceará, 2004.

STERN, D. I. **Historical path-dependence of the urban population density gradient.** *Annals of Regional Science*, Vol. 28, 197-222.

SZMRECSÁNYI, T. **História econômica da cidade de São Paulo.** *São Paulo: Globo*, 2004.

TEIXEIRA, E.; SERRA, M. **O impacto da criminalidade no valor de locação de imóveis: o caso de Curitiba.** *Economia e Sociedade*, Vol. 15, No. 1, pp. 175-207, 2007.

TYSZLER, M. **Econometria especial: discutindo medidas para a matriz de ponderação espacial.** Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2006. (Dissertação de Mestrado).

VON THÜNEN, J. H. **Der isolierte staat in beziehung auf landwirtschaft und nationalökonomie.** Hamburgo: F. Perthes, 1826.

WHEATON, W. C. **Income and urban residence: an analysis of consumer demand for location.** *The American Economic Review*, Vol. 67, No. 4, pp. 620-631, 1977a.

_____. **Residential decentralization, land rents, and the benefits of urban transportation investment.** *The American Economic Review*, Vol. 67, No. 2, p. 138-143, 1977b.

_____. **Commuting, congestion, and employment dispersal in cities with mixed land use.** *Journal of Urban Economics*, Vol.55, No.3, p.417-438, 2004.