

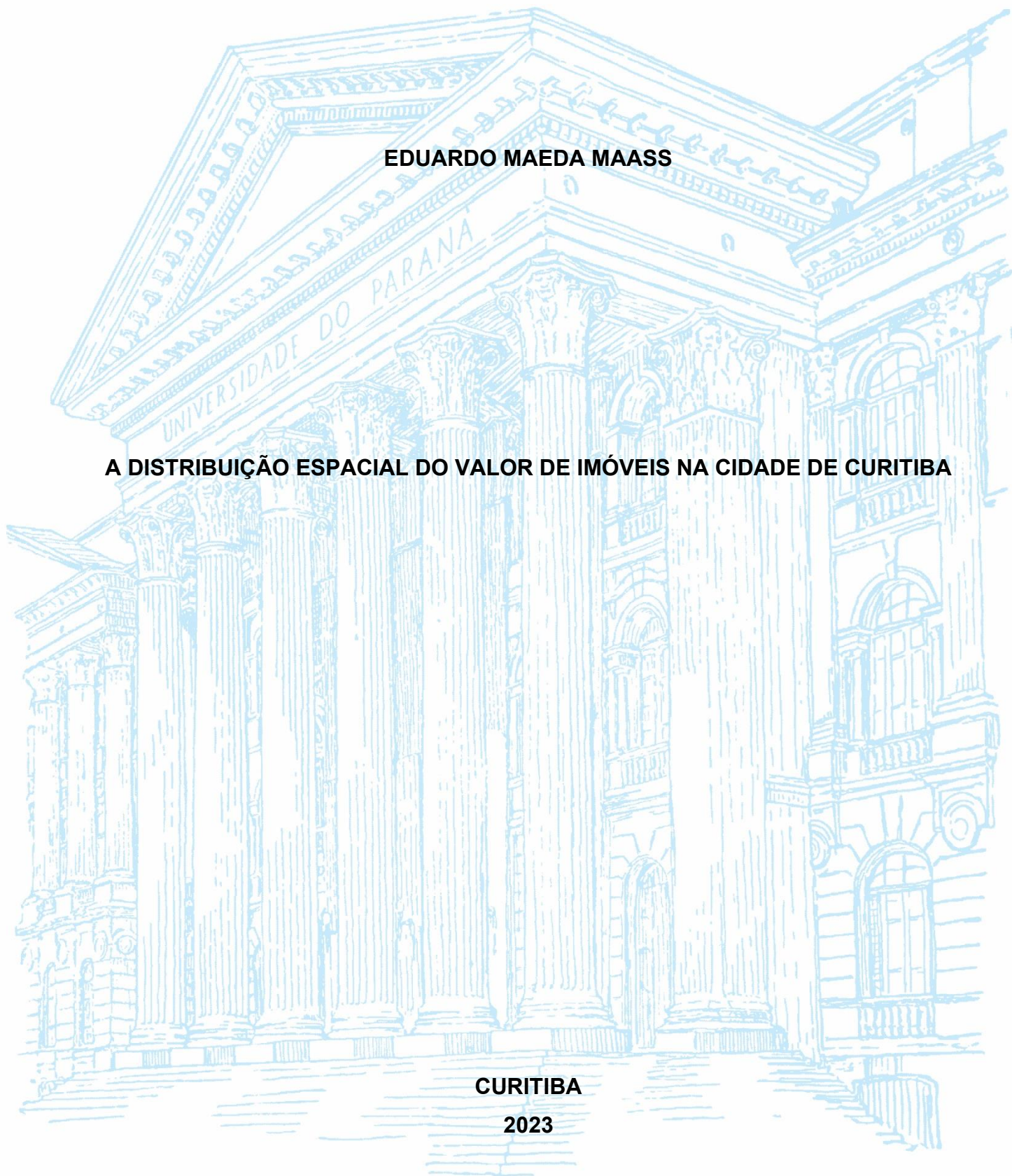
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDUARDO MAEDA MAASS

A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO VALOR DE IMÓVEIS NA CIDADE DE CURITIBA

CURITIBA

2023



EDUARDO MAEDA MAASS

A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO VALOR DE IMÓVEIS NA CIDADE DE CURITIBA

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Universidade Federal do Paraná, apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Profa. Dr. Kênia Barreiro de Souza

CURITIBA

2023

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a distribuição e a aglomeração espacial dos imóveis residenciais do município de Curitiba. A partir de uma base de dados de imóveis residenciais a venda obtida por meio de *Web Scraping* do website Viva Real no mês de abril de 2023, foram realizadas análises referentes ao valor, localização, distribuição e aglomeração dessas propriedades, com o auxílio de técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), como o lag espacial, estatística I de Moran Global e a estatística I de Moran Local (LISA). Verificou-se que, a partir dos resultados obtidos, existe a presença de clusters de imóveis com precificações similares por metro quadrado na cidade de Curitiba, através da detecção de um cluster do tipo alto-alto, localizado nas regionais SANTA FELICIDADE e MATRIZ, e um cluster do tipo baixo-baixo na parte Sul da cidade, localizado nas regionais do TATUQUARA, BAIRRO NOVO, CIC e BOQUEIRÃO.

Palavras-chave: Análise Exploratória de Dados Espaciais; Mercado Imobiliário; Moran; LISA; Curitiba.

ABSTRACT

This paper intends to analyze the distribution and spatial clustering of residential real estate property in the city of Curitiba. Using a residential real estate database, obtained through *Web Scraping* the Viva Real website in April 2023, the present study conducted analysis regarding the value, location, distribution and clustering from said real estate properties, utilizing Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) such as spatial lag, Global Moran's I and Local Moran's I (LISA). The results found the presence of clustering of residential buildings with similar prices per square meter in the city. The first cluster found is categorized as High-High and is located in the SANTA FELICIDADE and MATRIZ regionals, while the second cluster is as a Low-Low cluster and is located in the TATUQUARA, BAIRRO NOVO, CIC and BOQUEIRÃO regionals.

Keywords: Exploratory Spatial Data Analysis; Real Estate; Moran; LISA; Curitiba.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 2.1 – Sistema BRT de Curitiba	10
FIGURA 2.2 – Regionais de Curitiba.....	11
FIGURA 2.3 – Bairros de Curitiba	12
FIGURA 3.1 – Curvas de indiferença e <i>bid-rent</i>	16
TABELA 3.2 – Lista de características de imóveis comumente utilizadas em modelos de preços hedônicos	21
FIGURA 3.3 – Localização dos Centros de Negócio em Curitiba	22
FIGURA 4.1 – Tipos de matrizes binárias de contiguidade.....	26
FIGURA 4.2 – Classificação KNN dos 7 itens mais próximos	27
FIGURA 4.3 – Diagrama de dispersão de Moran.....	29
FIGURA 4.4 – Distribuição dos imóveis em Curitiba	31
FIGURA 4.5 – Histograma do preço por metro quadrado	32
FIGURA 4.6 – Cinco bairros com o maior número de imóveis anunciados.....	33
FIGURA 4.7 – Quantidade de imóveis por bairro de Curitiba.....	34
FIGURA 4.8 – Preço médio por metro quadrado	35
FIGURA 4.9 – Configuração de vizinhança das matrizes de pesos espaciais do tipo Queen e KNN.....	36
FIGURA 5.1 – Wy do tipo Queen e KNN.....	38
TABELA 5.2 – Estatísticas de autocorrelação espacial globais para a variável Preço/m ²	39
FIGURA 5.3 – Moran Scatter Plot – Queen e KNN	40
FIGURA 5.4 – Moran Scatter Plot – Queen e KNN	41
FIGURA 5.5 – Local Moran Scatter Plot – Queen.....	43
FIGURA 5.6 – Local Moran Scatter Plot – KNN	43
FIGURA 5.7 – Local Moran Scatter Plot – Queen.....	44
FIGURA 5.8 – Local Moran Scatter Plot – KNN	45
FIGURA 5.9 – Mapa De Curitiba - Pesquisa Imobiliária Apartamentos.....	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	CONTEXTUALIZAÇÃO: BREVE HISTÓRICO DE CURITIBA.....	8
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1	ECONOMIA URBANA	13
3.2	CIDADES MONOCÊNTRICAS E POLICÊNTRICAS	14
3.2.1	MODELOS MONOCÊNTRICOS	14
3.2.2	MODELOS POLICÊNTRICOS.....	17
3.2.3	PREÇOS HEDÔNICOS	19
3.2.4	CURITIBA	22
3.3	REVISÃO EMPÍRICA	23
4	METODOLOGIA.....	25
4.1	MATRIZ DE PESOS ESPACIAIS	25
4.2	ESTATÍSTICA I DE MORAN	27
4.3	DADOS.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
5.1	LAG ESPACIAL.....	37
5.2	I DE MORAN GLOBAL.....	39
5.3	I DE MORAN LOCAL	42
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE A – WEB SCRAPPER VIVA REAL	54

1 INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que influenciam na precificação de um imóvel, a localização é uma das mais importantes. A facilidade de acesso à serviços de saúde, segurança, educação, culturais e econômicos está intrinsecamente vinculada à posição que o imóvel ocupa no espaço e, conseqüentemente, ao valor de mercado dessa propriedade. Outra importante característica vinculada à localização de um imóvel é a sua vizinhança. (Hermann, 2005).

De acordo com o modelo de cidades monocêntricas, um dos pilares da economia urbana, existe uma tendência de aglomeração de atividades econômicas e procura de residências em torno do centro de negócios de uma cidade. Isso resulta em uma grande demanda por imóveis nas regiões mais próximas, o que acarreta em alta valorização do metro quadrado dessas regiões, que se tornam cada vez menores conforme a distância do centro de negócios cresce, o que acarreta em uma baixa valorização do metro quadrado das regiões mais longínquas do centro de negócios. Portanto, detectar a presença de aglomerações de imóveis com características similares é fundamental para compreender como estão organizados e distribuídos os grandes centros urbanos, como a cidade de Curitiba. (Cruz, 2011).

Nas últimas décadas, a capital paraense implementou diversos planos como a implementação do sistema BRT de transporte público e a criação do bairro CIC (Cidade Industrial de Curitiba), com o intuito de promover o desenvolvimento de mais centros de atividades econômicas e de moradias na cidade, e descentralizar as atividades econômicas de Curitiba, que previamente estavam muito concentrados nas regiões em torno do bairro Centro. (Macedo, 2004).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo aplicar as técnicas de análise espacial de modo a testar as hipóteses de que existe aglomeração de imóveis residenciais com precificações similares por metro quadrado e mensurar a correlação entre o valor e localização dos imóveis da cidade de Curitiba.

Incluindo esta introdução, a presente monografia está organizada em seis seções. A segunda seção apresenta um breve histórico da cidade de Curitiba. A

terceira seção é dedicada à revisão bibliográfica. A quarta seção é composta da metodologia utilizada no presente trabalho. A quinta seção apresenta e discute os resultados encontrados. Finalmente, a sexta seção apresenta as conclusões.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO: BREVE HISTÓRICO DE CURITIBA

Curitiba é uma cidade reconhecida internacionalmente como uma referência de planejamento urbano, especialmente o transporte coletivo. A ocupação da cidade teve seu início junto com a exploração do ouro no território brasileiro, na região próxima ao rio Atuba, atualmente nos bairros Atuba e Bairro Alto, feita principalmente por garimpeiros atrás de ouro. Após o insucesso na busca pelo metal precioso, os colonizadores se deslocaram para a região da Praça Tiradentes, atualmente localizada no Centro de Curitiba. A região da Praça Tiradentes passou a ser o centro de comércio e moradia da cidade, o que acarretou em uma grande concentração de pessoas pela região. (Macedo, 2004).

Desde o final do século XIX, a cidade aplica políticas com o objetivo de transformar a malha urbana, melhorar as condições sanitárias e estimular o crescimento de partes menos desenvolvidas da capital. No início da década de 1940, foi implementado o Plano Agache, o primeiro planejamento urbano da cidade que tinha como um de seus principais pilares a implantação de uma malha rodoviária radial a partir da região central da cidade, com o objetivo de estimular o desenvolvimento de centros secundários de comércio, indústria e moradia (Macedo, 2004).

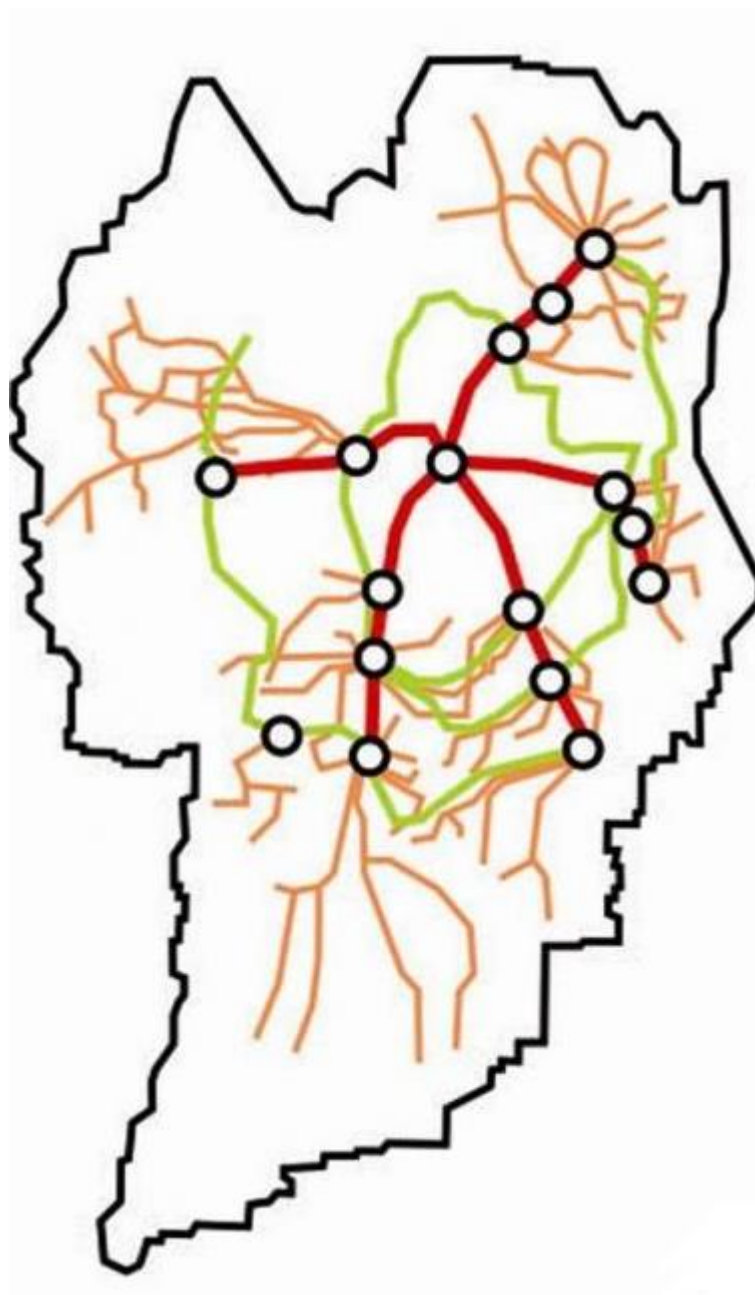
Em 1966, foi implementado em Curitiba o Plano Wilhelm que teve como pilares uma modificação da malha rodoviária radial estabelecida no Plano Agache para um modelo baseado em eixos, o estabelecimento do sistema público de transporte e, especialmente, a definição do zoneamento da cidade. O zoneamento urbano é o que define qual será a ocupação do solo, a partir de regulamentações sobre os tipos de edificação, altura máxima de imóveis, taxa de ocupação máxima, entre outras características (Macedo, 2004).

Outro aspecto desenvolvido pelo Plano Agache foi a criação da Cidade Industrial de Curitiba (CIC) com o intuito de concentrar a indústria curitibana em uma única região no oeste da cidade e descentralizar as atividades econômicas de Curitiba, que na época eram fortemente concentradas nas áreas próximas ao marco zero da cidade. Além de atrair investimentos financeiros para a capital, o projeto da CIC teve como objetivo fomentar o desenvolvimento de moradias, oportunidades de

emprego e lazer, para evitar que a nova área industrial da cidade se tornasse um distrito segregado (Macedo, 2004).

Devido às restrições orçamentárias, a prefeitura de Curitiba optou por utilizar ônibus no transporte público ao invés de trens ou metrô. Para permitir o transporte de uma grande quantidade de passageiros ao mesmo tempo, Curitiba implantou o sistema *Bus Rapid Transit* (BRT). Esse sistema adapta a ideia das linhas de metrô como faixas exclusivas de ônibus, o que permite que um grande número de passageiros possa se deslocar em um curto intervalo de tempo. Foi o sistema BRT que possibilitou o desenvolvimento do sistema de malha rodoviária baseado em eixos e, em conjunto com a política de zoneamento, gerou um crescimento constante da capital paranaense. A FIGURA 2.1 demonstra o sistema BRT implementado na cidade de Curitiba. As linhas vermelhas representam as conexões entre as estações de parada dos ônibus do sistema BRT. (Thome, 2020).

FIGURA 2.1 – Sistema BRT de Curitiba

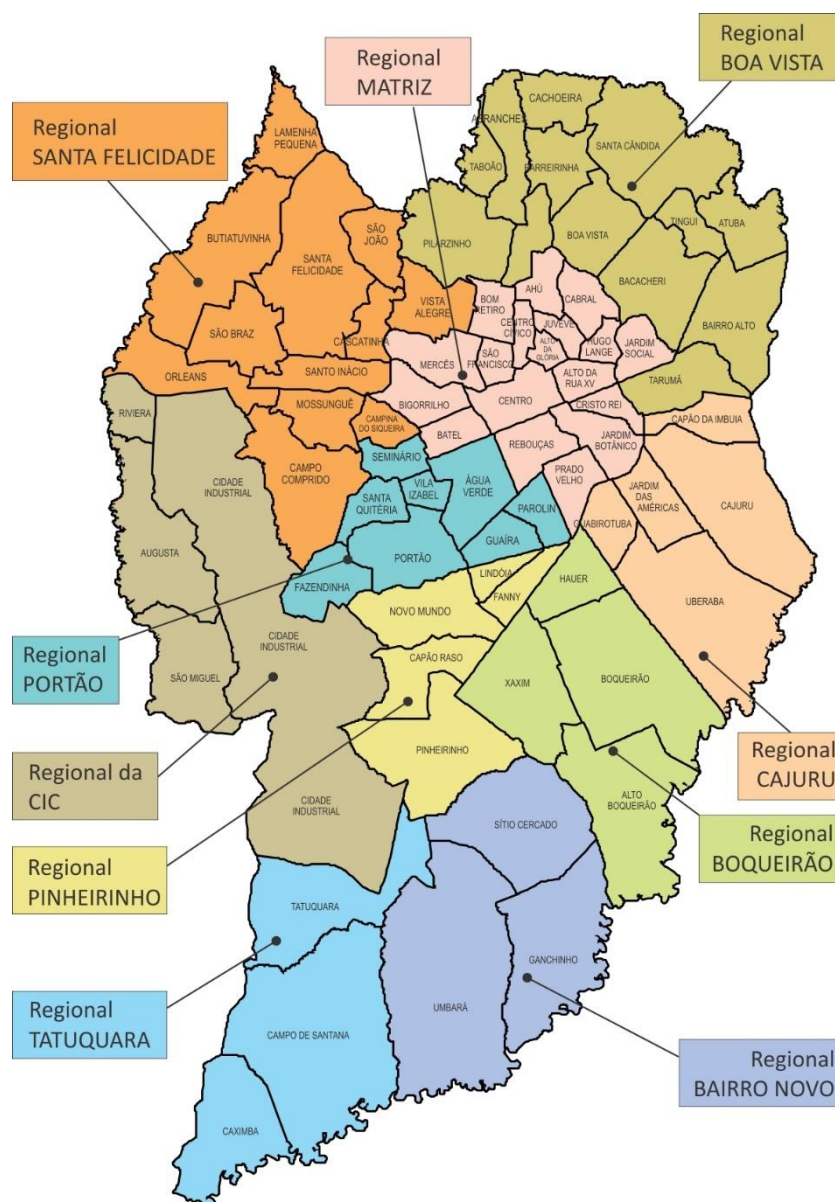


FONTE: URBS, adaptado (2014, p.226)

Em 1971, Jaime Lerner assume a prefeitura de Curitiba e dá início a uma série de transformações urbanas. Política herdada por seus sucessores, com o objetivo de revitalizar regiões, incentivar o turismo, desenvolver a economia local e atrair novos investimentos para a região. Algumas transformações urbanas decorrentes dessa política são: Parque Barigui, Ópera de Arame, Rua XV de Novembro, Parque Municipal do Passauná, entre outros (Polucha, 2010).

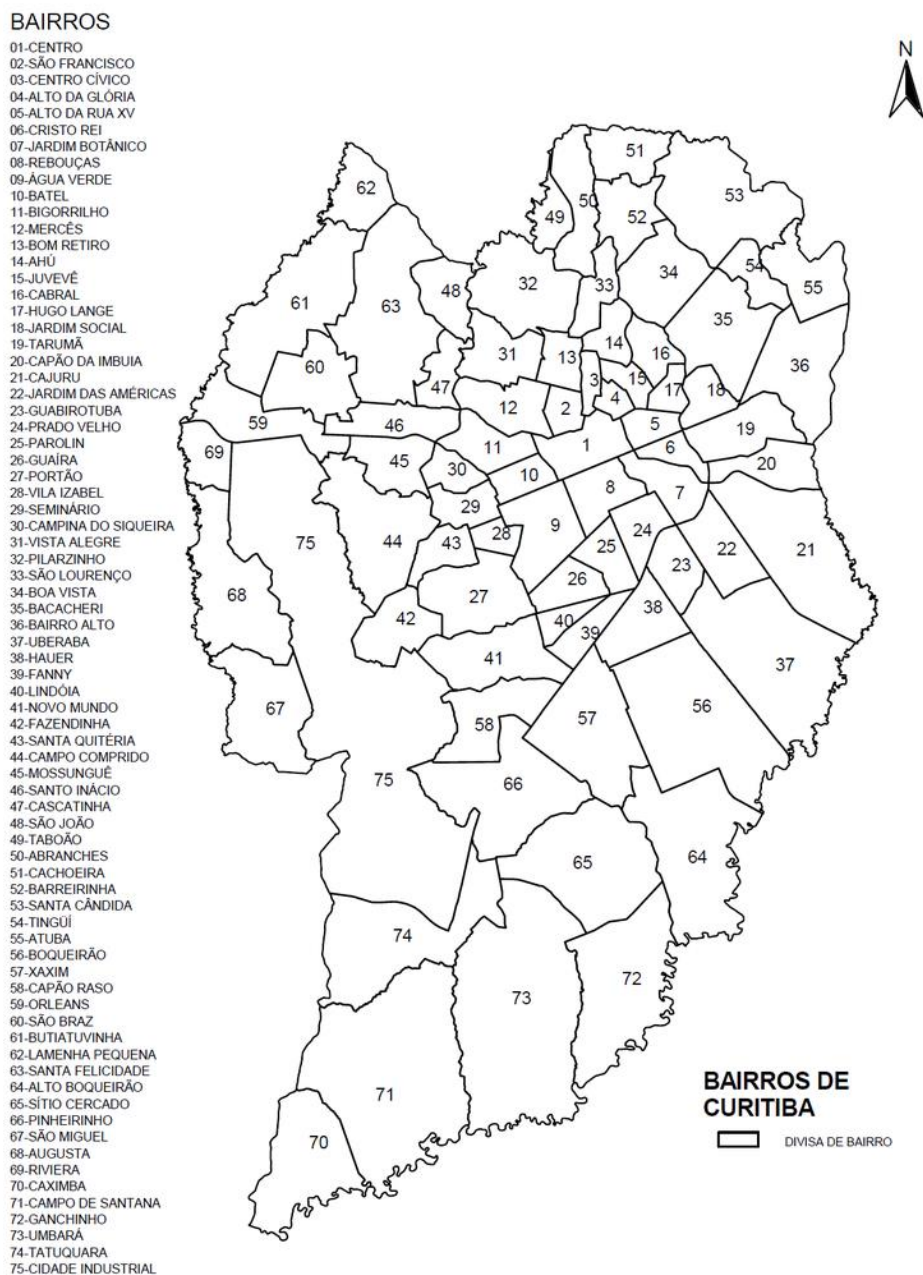
Atualmente, Curitiba é uma cidade com um alto nível de urbanização e foco no desenvolvimento sustentável. De acordo com o censo de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a capital paranaense é a oitava cidade mais populosa do país, com uma população estimada de 1.773.733 habitantes. Além disso, a cidade conta com um IDH de 0,823, décimo melhor resultado no Brasil, e totalizou 1,2% do PIB brasileiro no ano de 2020, melhor resultado da região Sul. A capital paranaense é dividida em 10 regionais, compostas de 75 bairros conforme apresentado na FIGURA 2.2. e na FIGURA 2.3.

FIGURA 2.2 – Regionais de Curitiba



FONTE: CRUZ, adaptado (2014, p.226)

FIGURA 2.3 – Bairros de Curitiba



FONTE: IPPUC, adaptado (2012)

Conforme evidenciado nesse capítulo, Curitiba é uma cidade com um histórico de planejamento urbano com foco no desenvolvimento de múltiplos centros de negócios, comércio e industriais, especialmente por meio do sistema BRT. No decorrer dos próximos capítulos, serão explicados os conceitos de cidades monocêntricas e policêntricas, assim como a Análise Estatística de Dados Espaciais, ferramentas utilizadas para verificar a existência de correlação entre o valor e localização dos imóveis da cidade de Curitiba.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na economia convencional, o bem-estar dos indivíduos é determinado pelos bens que eles consomem. Quando se trata de bens com uma dimensão espacial, uma parte da satisfação do indivíduo vai depender da localização daquele bem e também dependerá de algumas características vinculadas com essa localização, como áreas verdes, clima, poluição sonora, segurança, proximidade de pontos de interesse, entre outros fatores. Como essas amenidades podem ter impactos positivos ou negativos sobre a satisfação final de um indivíduo, faz-se necessário compreender como a localização de um imóvel afeta o seu preço (Hermann, 2005).

3.1 ECONOMIA URBANA

A partir da Revolução Industrial britânica espalhou-se pelo mundo o fenômeno da Urbanização, um processo de migração da população das regiões rurais para as regiões urbanas. O rápido crescimento da concentração de pessoas nos centros urbanos resultou em centros de atividade econômica que, com o passar do tempo, se especializaram em setores como a manufatura, serviços, indústria, entre outros. A aglomeração da atividade econômica nesses setores em localizações específicas resultou em externalidades como o aumento de produtividade, competição, redes de suprimento, entre outras (Cruz, 2011).

Uma das consequências do fenômeno de urbanização foi a necessidade da realização de planejamentos urbanos para que as cidades sejam capazes de suportar a aglomeração das pessoas, de uma forma sustentável, inclusiva e economicamente viável. Para o desenvolvimento das estratégias e decisões relativas ao planejamento urbano, houve a necessidade de compreender o comportamento das cidades. É nesse contexto que surge a Economia Urbana, uma derivação da Economia Regional, cujo principal objetivo é o estudo das dinâmicas, estruturas e atividades econômicas das cidades (Cruz, 2011).

Um dos métodos utilizados pela Economia Urbana para compreender como é a organização das atividades econômicas dos agentes de uma cidade é a análise

espacial dos dados. Para facilitar o entendimento da aglomeração ou dispersão dos agentes econômicos, foram desenvolvidos os modelos de cidades monocêntricas e policêntricas que serão apresentados nos itens seguintes:

3.2 CIDADES MONOCÊNTRICAS E POLICÊNTRICAS

3.2.1 MODELOS MONOCÊNTRICOS

O modelo de cidade monocêntrica tem seu início a partir das publicações de Von Thünen sobre a ocupação do solo por atividades agrícolas. Esse modelo propunha que o preço e a demanda por terras diminuíssem conforme a distância do centro de negócios aumentava, devido à competição entre os usuários das terras, o que forma uma configuração espacial de círculo. Para Von Thünen, o preço da terra é igual ao valor dos produtos subtraído dos custos de produção e transporte, o que resulta numa concentração de produtos de alto custo de produção próximo dos centros das cidades, enquanto os produtos de baixo custo de produção se concentram em áreas mais distantes dos centros das cidades (Cruz, 2011).

A partir do modelo de Von Thünen, Alonso (1964), Mills (1967) e Muth (1969) foram os primeiros a fazerem adaptações para compreender como os centros das cidades monocêntricas afetam a escolha da localização e do tamanho da moradia por parte das famílias, conhecido como modelo básico AMM. Nesse modelo, o conceito de custo de transporte passa a ser visto como um custo de deslocamento da moradia para o local de trabalho, conhecido como *Central Business District* (CBD), e o tamanho das moradias também passam a ser função da distância do CBD (quanto menor a distância, menor o tamanho da residência). Dentro desse modelo, as famílias enfrentam um *tradeoff* entre o tamanho da sua residência e o centro de empregos da cidade. Nos pontos mais próximos do CBD os lotes serão menores, mas os custos e o tempo de deslocamento serão menores, enquanto nos pontos mais afastados do CBD os lotes serão maiores, mas os custos e o tempo de deslocamento serão maiores (Cruz, 2011).

No modelo básico AMM também é introduzida a ideia de curvas de *bid rent*, representações da máxima disposição das famílias para pagarem pela moradia em

determinada localização. Como nesse caso as famílias podem escolher apenas uma localização e a terra é uniforme, ou seja, não possui variações geográficas como lagos, montanhas, praias ou outra característica que torne a localização mais desejável do que as demais, a maximização da utilidade pode ser definida da seguinte forma:

$$\max_{d,z,l} U(z, l): z + A(d)l = Y - T(d) \quad (1)$$

Em que:

$U(z, l)$ – Função de utilidade;

z – Representação de todos os outros bens consumidos além do aluguel;

$A(d)$ – Aluguel do lote de solo;

l – Tamanho do lote de solo;

Y – Renda da família;

$T(d)$ – Custo de transporte.

Para descobrir o quanto uma família está disposta a pagar de aluguel por um lote de solo em uma determinada localização, deve-se maximizar a função de restrição orçamentária para um determinado nível de utilidade. Ao variar o nível de utilidade encontra-se o conjunto de curvas *bid-rent* para a família em questão. A curva de *bid-rent* é definida por:

$$\Psi(d, u) = \max_{z,l} \left\{ \frac{Y - T(d) - z}{l} / U(z, l) = u \right\} \quad (2)$$

Em que:

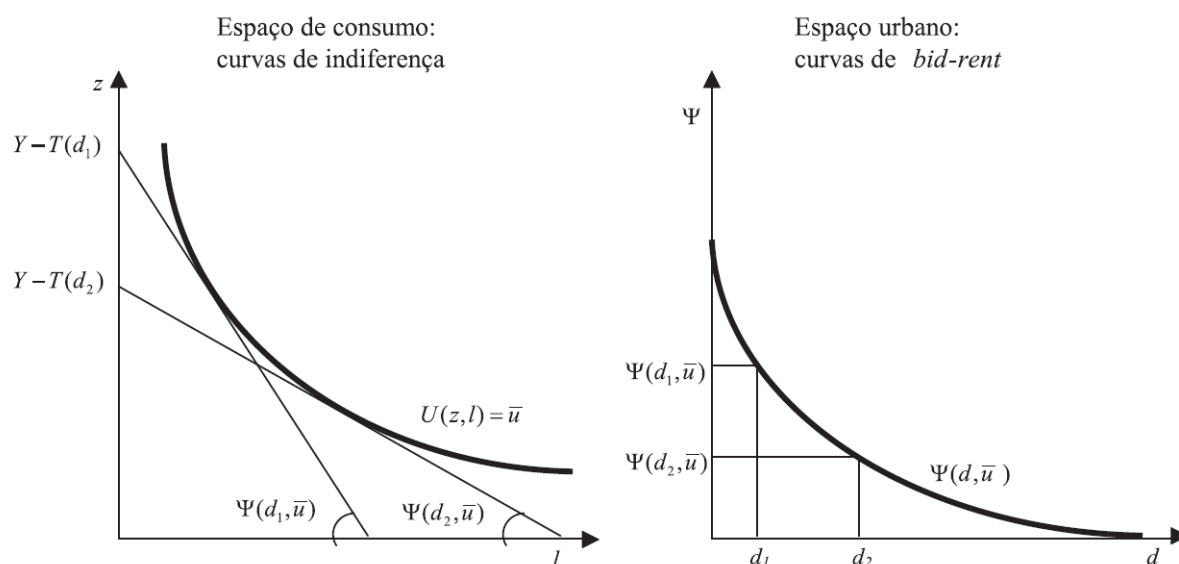
$\Psi(d, u)$ – Curva de *bid-rent*;

u – Nível de utilidade.

A FIGURA 3.1, traz duas representações gráficas. O gráfico à esquerda mostra uma curva de indiferença e duas restrições orçamentárias, cujas inclinações estão representadas no gráfico à direita. A inclinação das curvas de *bid-rent* indicam

que quão maior for a distância do CBD, o aumento nos custos de transporte causa uma maior disposição de consumir lotes de solo mais extensos.

FIGURA 3.1 – Curvas de indiferença e *bid-rent*



FONTE: CRUZ, adaptado (2014, p.226)

Como as regiões próximas ao CBD são finitas, por maior que seja a fragmentação do solo, a demanda por lotes não seria atendida pelo espaço horizontal disponível. A solução desse problema foi aumentar a dimensão vertical dos lotes ofertados, ou seja, a construção de edificações cada vez mais altas. Portanto, quanto menor for a distância do CBD, maior será a densidade populacional, a altura das edificações e menor será os custos de transportes (Cruz, 2011).

As principais críticas ao modelo monocêntrico se devem ao fato de que as cidades possuem mais de um centro de empregos. A evolução e a expansão das regiões urbanas ocasionaram no surgimento de novos centros de negócios, o que forçou a criação dos chamados modelos policêntricos.

3.2.2 MODELOS POLICÊNTRICOS

A principal diferença dos modelos policêntricos frente aos modelos monocêntricos é a existência dos *Subcentral Business Districts* (SBD). Existem duas principais vertentes para a definição do SBD (Campos, 2018).

A primeira vertente inclui pesquisadores como Fujita e Ogawa (1982) e conceitualiza o subcentro como um local onde a saída e a entrada de insumos e produtos é facilitada por um bom sistema de transporte, o que acarreta em uma concentração de atividade econômica e de empregos no SBD (Campos, 2018).

Nesse modelo, a decisão da localização das firmas e das famílias é endógena, resultante da interação dos dois agentes. A decisão da localização das famílias dependerá da localização das firmas, visto que, o custo de transporte dependerá da distância do local de moradia ao local de trabalho. Além disso, o salário das famílias também é oferecido pelas firmas, ou seja, as famílias buscam se localizar em regiões próximas às firmas com as maiores remunerações, com o intuito de minimizar os custos de transporte. Portanto, a maximização da utilidade das famílias pode ser vista como a maximização todos os outros bens consumidos além do aluguel e do custo de transporte (renda da família subtraída do aluguel e do custo de transporte) (Cruz, 2011).

A decisão da localização das firmas será diferente da decisão das famílias. Para as firmas, sua localização será dependente da localização das demais firmas da cidade devido ao efeito das forças de aglomeração sobre a estrutura espacial, o que implica em uma modificação no potencial produtivo das firmas. Como existe o *trade-off* entre a proximidade do centro de negócios e os custos de transporte, haverá um momento que o preço de aluguel de equilíbrio será tão alto que forçará uma dispersão das firmas daquele centro. Como as regiões mais distantes dos centros de negócio apresentam aluguéis de terra mais baixos, as famílias com menores salários serão atraídas para a nova localização das firmas que foram dispersadas do CBD, o que resulta na criação de um novo centro de negócios, um SBD (Cruz, 2011).

Já a segunda vertente inclui pesquisadores como Henderson e Mitra (1996) e conceitualiza o subcentro como um local de concentração de negócios resulta em benefícios de aglomeração e na facilidade de comunicação (Campos, 2018).

Henderson e Mitra (1996) introduzem o conceito de *edge cities*, um tipo de descentralização de empregos. As *edge cities* são uma concentração de negócios em núcleos periféricos, geralmente em regiões previamente rurais ou residenciais, compostas majoritariamente pela indústria de serviços e varejo, focadas em atender as famílias que estabeleceram moradia na região. Nesse modelo, as decisões da localização das firmas deixam de ser completamente endógenas (Cruz, 2011).

No modelo das *edge cities* leva-se em consideração a interação entre os centros de negócios na forma da comunicação. Cada firma localizada no SBD se beneficia do efeito de aglomeração com as demais firmas do SBD, assim como se beneficia da comunicação com as firmas localizadas em outro centro de negócios. A distância entre centros de negócios dita a dificuldade de comunicação. Quanto maior for a distância, maior será a dificuldade de comunicação, reduzindo o efeito de aglomeração até que, quando a distância entre os centros é tão grande, a comunicação seja zero. (Cruz, 2011).

Nesse modelo, quanto menor for a distância do SBD para o CBD maiores serão os benefícios para a produção na firma. Entretanto, caso a distância entre os dois centros seja pequena, é formada uma região de economia aberta entre as duas localizações, onde haverá uma grande concentração de trabalhadores e, conseqüentemente, maior custo de aluguel da região. Além disso, os trabalhadores dessa região serão disputados pelas firmas do SBD e pelo CBD. Para atrair os trabalhadores, as firmas devem compensar os elevados custos de aluguel e deslocamento da região através de salários mais elevados, o que aumenta o custo de produção das firmas. O equilíbrio desse modelo é atingido quando as firmas forem indiferentes entre a localização no SBD ou no CBD (Cruz, 2011).

3.2.3 PREÇOS HEDÔNICOS

Conforme previamente comentado, parte do bem-estar dos indivíduos é dependente das características espaciais da localização dos bens que eles consomem. O conjunto de características específicas de um local no espaço, que contribuem de forma positiva ou negativa para o bem-estar dos indivíduos, é chamado de amenidades e engloba fatores como áreas verdes, poluição, segurança, clima etc. (Hermann, 2005).

Para compreender como as amenidades impactam o preço final de um imóvel e o bem-estar dos indivíduos, é necessário realizar uma análise de sua valorização. Diferentemente de outros bens que possuem mercados nos quais é possível constatar as quantidades comercializadas e preços praticados, as amenidades não possuem um mercado explícito, o que torna necessária a utilização de modelagens para definir a valorização desses bens. O modelo mais utilizado para realizar a valorização das amenidades é o modelo de preços hedônicos. (Hermann, 2005).

O modelo de preços hedônicos é um conceito estatístico-econômico que decompõe o preço de um bem ou serviço nas contribuições individuais de seu conjunto de características. O termo hedônico é derivado do hedonismo, o que enfatiza o conceito de que o valor de um bem ou serviço reside na sua capacidade de gerar satisfação e bem-estar aos indivíduos. No contexto do mercado imobiliário, as características que afetam o preço de um imóvel podem ser divididas em características físicas do imóvel (como a área, número de quartos, proximidade de pontos de entretenimento etc.) e nas já citadas amenidades (áreas verdes, poluição, segurança, clima etc.) (Fávero, 2003).

Mesmo após a definição da necessidade da implementação de um modelo de preços hedônicos para o mercado imobiliário, uma das maiores dificuldades para o desenvolvimento do modelo de regressão é a escolha de quais características serão consideradas. Embora seja possível obter o valor final de um imóvel, as informações sobre as quantidades de amenidades consumidas são imprecisas, visto que, não sabemos quais são as amenidades consumidas e em qual quantidade. (Hermann, 2005).

Chin (2003) realizou um estudo para analisar as publicações acadêmicas produzidas sobre o modelo de preços hedônicos aplicado ao mercado imobiliário e confeccionou uma lista com as principais características comumente utilizadas nesses modelos, assim como o impacto esperado de cada uma dessas variáveis sobre o preço dos imóveis. A lista traduzida é apresentada na Tabela 3.2.

TABELA 3.2 – Lista de características de imóveis comumente utilizadas em modelos de preços hedônicos

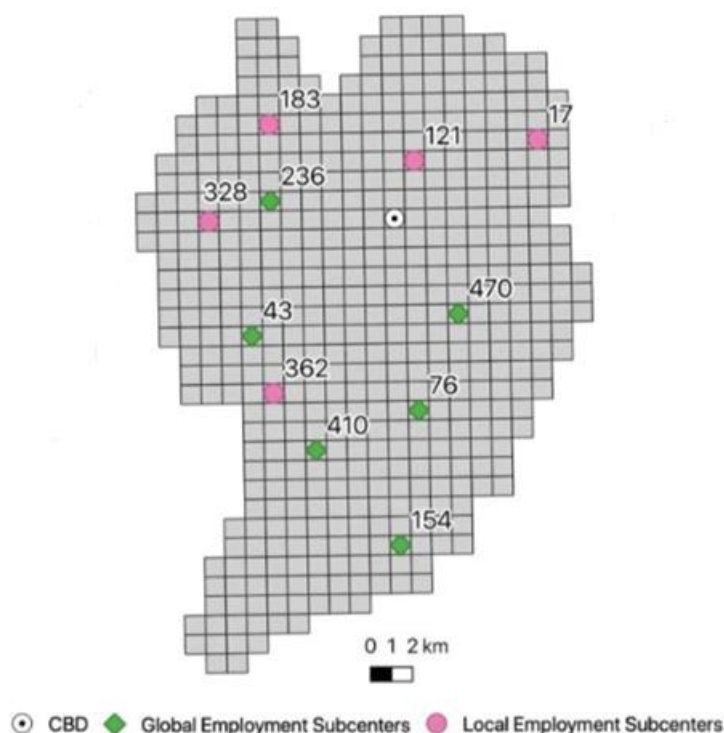
Característica		Efeito esperado no valor do imóvel
Locacional	Distância do CBD	Negativo
	Vista do mar, lagos ou rios	Positivo
	Vista das montanhas, vales, campos de golfe	Positivo
	Vista obstruída	Negativo
	Duração do tempo de aluguel da terra	Positivo
Estrutural	Número de quartos / banheiros	Positivo
	Área	Positivo
	Porão, garagem e quintal	Positivo
	Instalações (elevador, ar-condicionado etc.)	Positivo
	Andar (Edificações com mais de um andar)	Positivo
	Qualidade estrutural (design, materiais)	Positivo
	Serviços (Piscina, academia, quadras esportivas)	Positivo
	Idade da edificação	Negativo
Vizinhança	Renda dos residentes	Positivo
	Proximidade de boas escolas	Positivo
	Proximidade de Hospitais	Ambíguo
	Proximidade a locais de culto	Positivo
	Taxa de crime	Negativo
	Poluição sonora de tráfego / aeroporto	Negativo
	Proximidade de Shopping Centers	Ambíguo
	Proximidade de florestas	Ambíguo
	Qualidade ambiental (paisagem, jardins, parquinhos)	Positivo

FONTE: Chin, adaptado (2003, p.159)

3.2.4 CURITIBA

A cidade de Curitiba pode ser considerada como uma cidade policêntrica. Thome (2020) identificou 11 SBDs na capital paranaense, conforme apresentado na FIGURA 3.3. A formação dos SBDs está relacionada com as políticas de Desenvolvimento Orientado ao transporte coletivo adotadas pela cidade desde a década de 70. A implementação do transporte coletivo acessível que conecta as regiões periféricas da cidade ao CDB teve como objetivo distribuir a população, as oportunidades de emprego e desenvolver as regiões mais remotas da cidade. Thome também afirma que o CBD de Curitiba não é mais o principal determinante para a concentração de empregos na cidade e aponta a correlação positiva entre as políticas de Desenvolvimento Orientado ao transporte coletivo e a localização dos SBD encontrados (Thome, 2020).

FIGURA 3.3 – Localização dos Centros de Negócio em Curitiba



FONTE: Thome, adaptado (2020, p.64)

3.3 REVISÃO EMPÍRICA

Nessa seção, serão apresentados alguns trabalhos empíricos que se utilizam da análise econométrica de dados espaciais, para analisar a cidade de Curitiba e outros municípios.

Previamente mencionado, o trabalho de Thome (2020) analisou a presença de centros comerciais na cidade de Curitiba, o impacto do sistema de transporte público Bus Rapid Transit (BRT) nesses centros e também verificou se o CBD da capital paranaense ainda permanece como o maior atrator de trabalhadores. A partir de análises espaciais dos dados, Thome concluiu que a cidade de Curitiba apresenta nove SBDs, cuja distribuição no espaço apresentou forte relação com o sistema de transportes BRT. Além disso, o autor verificou que as políticas de desenvolvimento com foco no transporte, adotadas por Curitiba desde a década de 70, apresentam resultados positivos em relação a mudança de configuração urbana do tipo policêntrica.

Por sua vez, Vila Nova (2014) analisou a presença de clusters dos lançamentos mercado imobiliário de Salvador. O trabalho partiu da hipótese que os novos imóveis da cidade Bahiana eram agrupados com o intuito de se beneficiar das economias de aglomeração. A partir dos testes da estatística I de Moran e do indicador LISA, foi possível corroborar a presença de correlação positiva para a variável de preço por metro quadrado, ou seja, o valor dos imóveis de Salvador depende do valor de seus vizinhos, especialmente nas regiões próximas ao centro econômico. Além disso, a pesquisa de Vila Nova (2014) demonstrou que Salvador possui uma configuração duocêntrica, e estava em processo de crescimento em direção ao centro novo.

Almeida (2015) realizou um estudo sobre o preço médio de venda de imóveis residenciais de três quartos na cidade de Curitiba. O autor demonstrou que os preços dos imóveis analisados eram influenciados pela distribuição deles no espaço, por meio de análises estatísticas do desvio-padrão, valor de mercado da área privativa e posição espacial dos imóveis. Os resultados apresentados por Almeida (2015) indicaram que, para imóveis residenciais de três quartos, a cidade de Curitiba

apresenta o comportamento de uma cidade monocêntrica, na qual os maiores preços se encontram na região central antiga e os menores preços se encontram nas regiões limítrofes da cidade.

Por sua vez, Campos (2018) analisou a decomposição espacial dos preços de imóveis residenciais no município de São Paulo, com o intuito de compreender o impacto dos efeitos implícito (características implícitas do imóvel, como a estrutura e a acessibilidade), vizinhança e adjacência no valor final dos imóveis. Por meio do modelo hierárquico linear, o autor constatou que 3,11% dos preços dos imóveis são explicados por variáveis de amenidades (vizinhança e adjacência). Além disso, Campos (2018) demonstrou que as amenidades não impactam apenas os imóveis do distrito onde estão localizadas, visto que, cerca de 6,76% da parcela dos preços explicados por variáveis de amenidades decorrem de imóveis adjacentes, ou seja, os consumidores valorizam amenidades não apenas do distrito onde seu imóvel está localizado, eles também valorizam a presença desses fatores nos distritos contíguos.

Por sua vez, Branco (2016) analisou a influência do sistema de transporte coletivo BRT, no preço dos imóveis do município de Curitiba, por meio do modelo de preços hedônicos espacial. Por meio de um modelo de preços hedônicos, o autor demonstrou a presença da influência positiva nos preços imóveis devido à proximidade dos pontos do sistema BRT. Ao utilizar uma variável de distância, Branco (2016) constatou que existe uma valorização expressiva do preço dos imóveis localizadas até 300 metros de um ponto do sistema BRT para terrenos e até 400 metros para apartamentos. A partir dos resultados apresentados, Branco (2016) concluiu que o município de Curitiba apresenta um modelo de desenvolvimento urbano compatível com a literatura de preços hedônicos e de modelos CBD.

4 METODOLOGIA

De acordo com Almeida (2004), a AEDE é um conjunto de métodos e técnicas para detecção de padrões de associação espacial, aglomerações ou discrepâncias nos dados, o que possibilita a realização de análises estatísticas a partir dos dados geográficos. Algumas das técnicas inclusas dentro da AEDE são a Estatística *c* de Geary e a Estatística *I* de Moran, que será o foco do presente trabalho.

4.1 MATRIZ DE PESOS ESPACIAIS

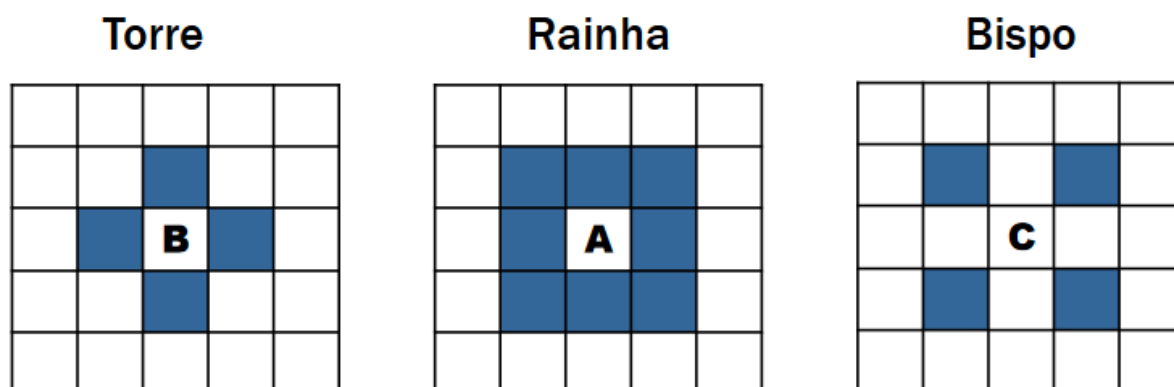
Para o cálculo do *I* de Moran é necessária a definição de uma matriz de pesos espaciais *W* que representa a relação entre as localizações da amostra de dados. A matriz de pesos espaciais é baseada na contiguidade, que considera que duas regiões são vizinhas caso elas compartilhem uma fronteira física, e assume que duas regiões contíguas apresentam maior interação espacial entre si. Caso duas regiões sejam contíguas é atribuído um valor unitário na matriz, caso contrário é atribuído um valor nulo, conforme a equação abaixo: (Almeida, 2004).

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } i \text{ e } j \text{ são contíguos} \\ 0 & \text{se } i \text{ e } j \text{ não são contíguos} \end{cases} \quad (3)$$

Para os casos w_{ii} presume-se que o valor do elemento da matriz é nulo, o que implica que a diagonal principal da matriz de pesos espaciais é nula.

A definição se duas regiões são vizinhas vai depender do modelo de contiguidade escolhido. Existem 3 principais tipos de modelos de vizinhança, conforme a FIGURA 3.3, Rainha (Queen), Torre (Rook) e Bispo (Bishop), baseado nos movimentos das peças de xadrez. A contiguidade do tipo Rainha considera como vizinhas todas as regiões que façam fronteiras físicas em qualquer direção, sejam lados inteiros ou vértices. A contiguidade do tipo Torre considera como vizinhas apenas as regiões que façam fronteiras físicas de lados inteiros e a contiguidade do tipo Bispo considera como vizinhas apenas as regiões que façam fronteiras físicas de vértices (Almeida, 2004).

FIGURA 4.1 – Tipos de matrizes binárias de contiguidade

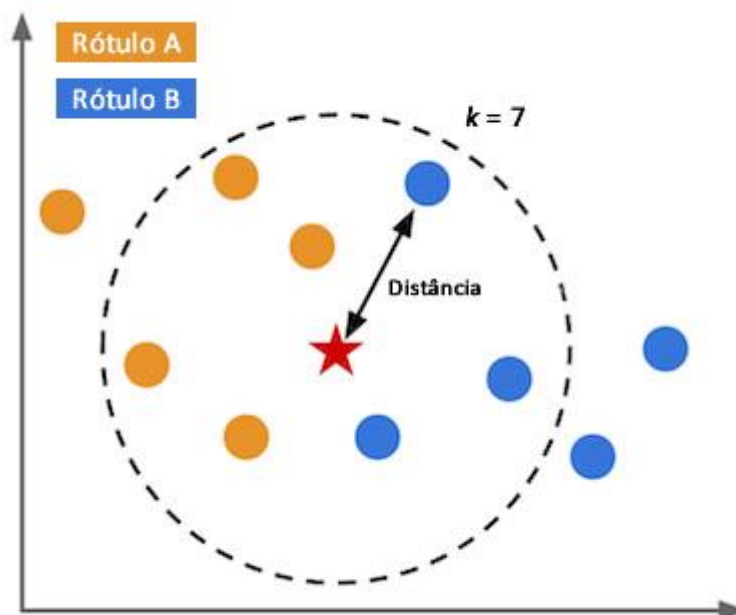


FONTE: PORSSE e VALE, adaptado (2020, p.17)

Uma das limitações dos modelos de matrizes de pesos espaciais de contiguidade baseadas nas fronteiras físicas das regiões, é a inconsistência no número de vizinhos entre as regiões. Assim como podem existir regiões com vários vizinhos, existe a possibilidade de existirem regiões com número de vizinhos muito baixos ou até mesmo, sem vizinhos (regiões conhecidas como ilhas). Nesses casos, pode-se adotar um modelo diferente de matrizes de pesos espaciais, como por exemplo as matrizes baseadas nas distâncias geográficas (Almeida, 2004).

Um dos tipos de matrizes de pesos espaciais baseadas nas distâncias geográficas é a matriz dos k vizinhos mais próximos (KNN – K-nearest neighbors). Nesse tipo de matriz, a vizinhança entre as regiões é definida a partir da distância entre os centroides das regiões, e serão consideradas vizinhas as k regiões com a menor distância entre centroides. A FIGURA 4.2. mostra um exemplo no qual o número k é igual a 7, ou seja, são consideradas vizinhas as 7 observações mais próximas do ponto que está em análise. Uma das limitações desse tipo de matriz é a arbitrariedade do número k (Almeida, 2004).

FIGURA 4.2 – Classificação KNN dos 7 itens mais próximos



FONTE: PACHECO, adaptado (2017)

4.2 ESTATÍSTICA I DE MORAN

Em 1950, Moran publica seu artigo “*Notes on Continuous Stochastic Phenomena*” no qual foi introduzido o conceito conhecido como *I* de Moran, uma estatística que mensura a aglomeração ou dispersão de uma variável em um plano espacial através da autocorrelação das observações. A estatística *I* é calculada da seguinte forma: (Almeida, 2004).

$$I = \frac{n}{\sum \sum w_{ij}} \frac{\sum \sum w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (4)$$

Em que:

I – Estatística *I* de Moran;

n – Número de unidades espaciais;

w_{ij} – Peso espacial para o par de unidades *i* e *j*;

y_i – Variável de interesse.

O valor da estatística I de Moran pode variar de -1 até 1 e possui o valor esperado de $- [1/(n-1)]$, em que n é o número de observações no conjunto de dados. Caso o valor calculado da estatística I seja maior do que o seu valor esperado trata-se de um caso de autocorrelação positiva. Caso o valor calculado da estatística I seja menor do que o seu valor esperado trata-se de um caso de autocorrelação negativa. Conforme o número de regiões aumenta, o valor esperado da estatística I de Moran tende a zero.

Valores positivos do indicador de correlação espacial indicam que para uma região com alto valor da variável estudada, as regiões vizinhas também tendem a apresentar valores altos para a mesma variável. Já no caso de valores negativos do indicador de correlação espacial, regiões com altos valores da variável estudada tendem a ser rodeadas de regiões com valores baixos para a mesma variável (Almeida, 2004).

A verificação da significância estatística do I de Moran é feita através do desvio padrão de I . Para a verificação, pressupõe-se que a variável padronizada possui distribuição amostral similar a uma distribuição normal, com média 0 e variância igual a 1 (Almeida, 2004).

É possível verificar a existência de clusters espaciais a partir do diagrama de dispersão de Moran, uma representação gráfica da defasagem espacial da variável estudada (a média da variável nos vizinhos) no eixo vertical e o valor da variável estudada no eixo horizontal. Nessa representação gráfica, a estatística I de Moran pode ser interpretada como o coeficiente angular da regressão da defasagem espacial da variável estudada em relação a variável estudada, conforme a equação abaixo:

$$b = \frac{y'Wy}{y'y} \quad (5)$$

Em que:

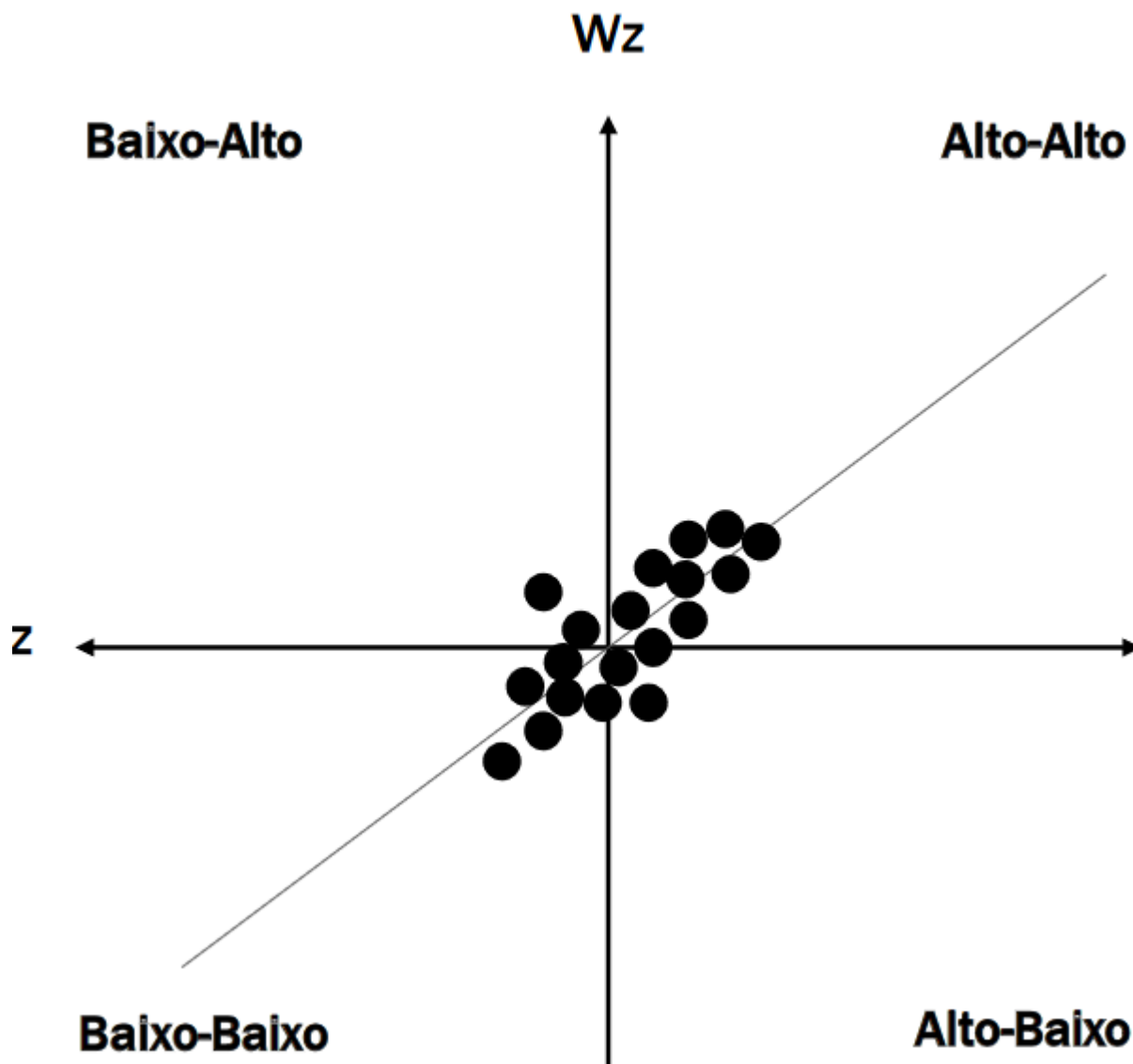
b – Coeficiente angular (Estatística I de Moran);

Wy – Defasagem espacial da variável estudada;

y – Variável estudada.

A FIGURA 4.3 apresenta clusters que podem ser identificados no diagrama de dispersão de Moran.

FIGURA 4.3 – Diagrama de dispersão de Moran



FONTE: PORSSE, adaptado (2004, p.48)

O quadrante Alto-Alto representa o cluster cujas unidades espaciais apresentam altos valores da variável estudada, com regiões vizinhas que também apresentam altos valores da variável estudada.

O quadrante Alto-Baixo representa o cluster cujas unidades espaciais apresentam altos valores da variável estudada, com regiões vizinhas que apresentam baixos valores da variável estudada.

O quadrante Baixo-Alto representa o cluster cujas unidades espaciais apresentam baixos valores da variável estudada, com regiões vizinhas que apresentam altos valores da variável estudada.

O quadrante Baixo-Baixo representa o cluster cujas unidades espaciais apresentam baixos valores da variável estudada, com regiões vizinhas que também apresentam baixos valores da variável estudada.

A estatística I de Moran global é uma representação única de toda a amostra de dados o que pode camuflar padrões locais de associação espacial linear. Para detectar os padrões locais, é recomendada a utilização do Indicador Local de Associação Espacial (LISA), que resultará em um valor específico para cada elemento da amostra, o que possibilita a identificação de aglomerações espaciais ou de outliers. Os valores da estatística I de Moran local podem ser visualizados em um mapa conhecido como LISA MAP. A forma de cálculo do I de Moran local foi proposta por Anselin (1995) e é realizada a partir da seguinte equação: (Almeida, 2004).

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum w_{ij}(y_j - \bar{y})}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2 / n} \quad (6)$$

Em que:

I_i – Estatística I de Moran local;

y_i – Variável de interesse;

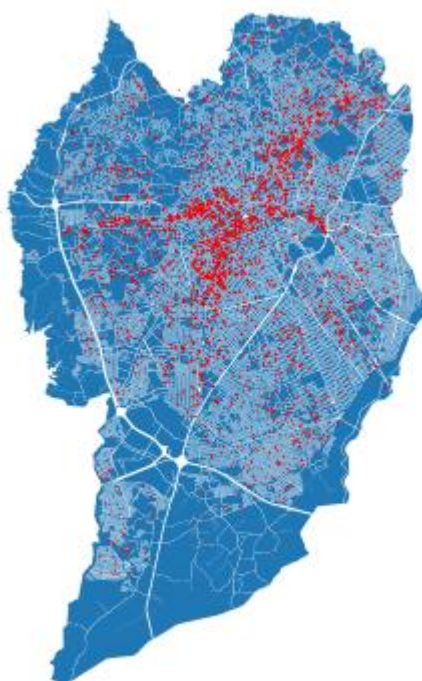
w_{ij} – Peso espacial para o par de unidades i e j ;

n – Número de unidades espaciais.

4.3 DADOS

Para realizar a análise de valor dos imóveis de Curitiba, foi necessário obter uma base de dados representativa de imóveis distribuídos por toda a extensão da cidade. Portanto, foi realizada uma *Web Scraping* (uma técnica de coleta de dados da internet) do site Viva Real, com o auxílio da linguagem *Python* de programação. A consulta foi realizada no dia 12/04/2023 e obteve uma amostra de 9.972 imóveis residenciais da cidade de Curitiba, classificados por seu endereço, bairro, área e valor de venda. Também foram coletadas informações sobre o número de quartos, quantidade de banheiros, número de vagas de garagem e o tipo do imóvel anunciado (apartamento ou casa). O site Viva Real foi escolhido por apresentar uma maior quantidade de anúncios de imóveis residenciais quando comparado aos demais sites de anúncios imobiliários. A FIGURA 4.4. mostra a distribuição dos imóveis dentro do município.

FIGURA 4.4 – Distribuição dos imóveis em Curitiba



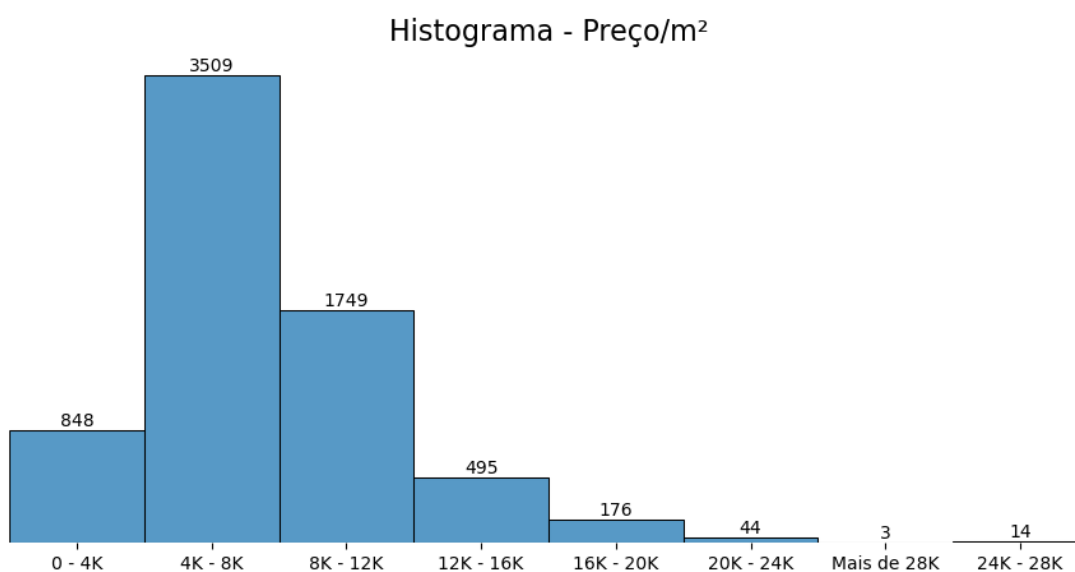
FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

Após a obtenção da amostra, foi realizada um *Data Cleaning* (limpeza de dados) também com o auxílio da linguagem *Python*. Na limpeza, foram removidos os imóveis anunciados em duplicidade, imóveis com impureza de informações (como endereços incompletos, áreas anunciadas de 0 metros quadrados, entre outras) ou informações faltantes. O resultado desse processo é uma amostra de 6.838 imóveis.

Outro tratamento realizado na base de dados foi a validação dos bairros dos imóveis anunciados. Primeiramente, o endereço anunciado dos imóveis foi convertido em coordenadas UTC. Em seguida, as coordenadas foram obtidas foram comparadas com a base de bairros da cidade de Curitiba disponível no site do IPPUC (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba), de forma a obter o real bairro que o imóvel está localizado. O número de imóveis com bairros anunciados diferentes da real localização dos imóveis representou cerca de 3,7% da base de dados.

A variável dependente da base de dados, preço por metro quadrado, foi obtida a partir da divisão do preço total do imóvel pela sua área. O intervalo de preço por metro quadrado encontrado na amostra é de R\$ 154,76 até R\$ 28.277,63, e a distribuição desses valores está representada no histograma apresentado na FIGURA 4.5.

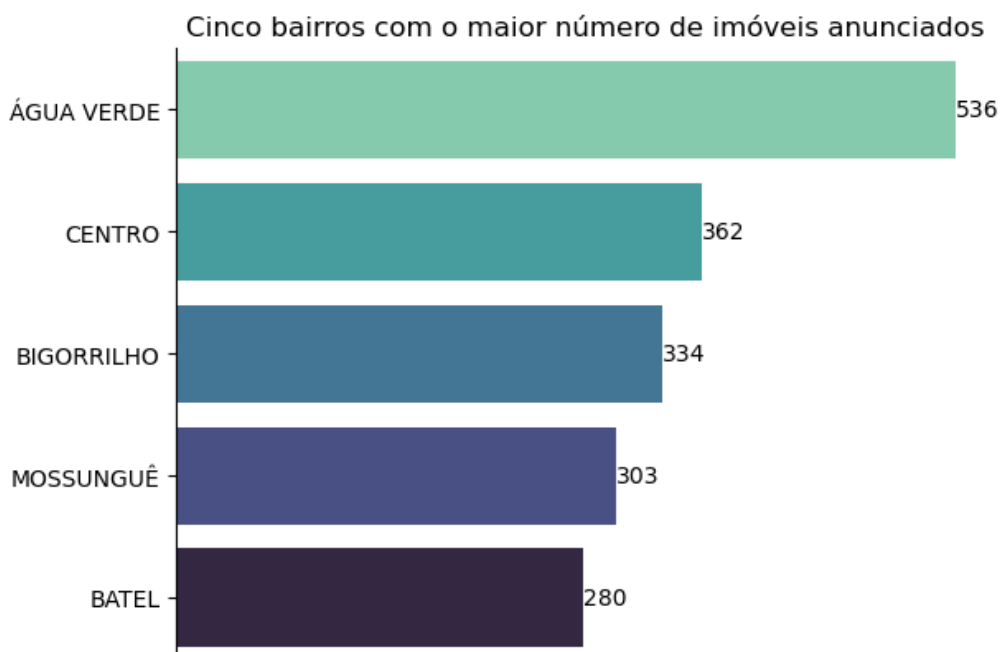
FIGURA 4.5 – Histograma do preço por metro quadrado



FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

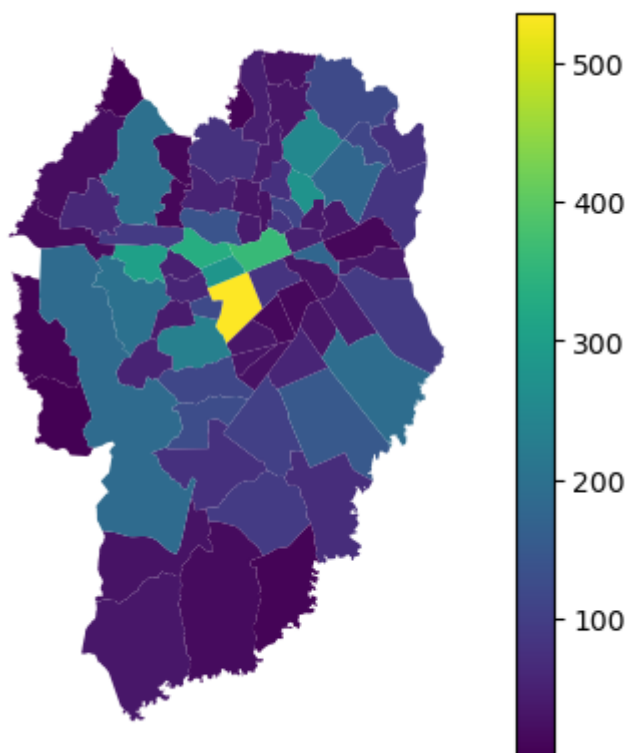
Para possibilitar o cálculo da matriz de pesos espaciais, os imóveis foram agrupados de acordo com os bairros nos quais eles estão localizados. Nesse agrupamento, a variável dependente de preço por metro quadrado foi resumida como a média de todos os imóveis de um mesmo bairro. O bairro Água Verde é o que apresenta maior representatividade dentro da base de dados com um total de 536 imóveis, seguido do Centro com 362 e o Bigorriho com 334, conforme a FIGURA 4.6. Já o mapa de calor da FIGURA 4.7. mostra como a concentração de imóveis resumidos por bairro.

FIGURA 4.6 – Cinco bairros com o maior número de imóveis anunciados



FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

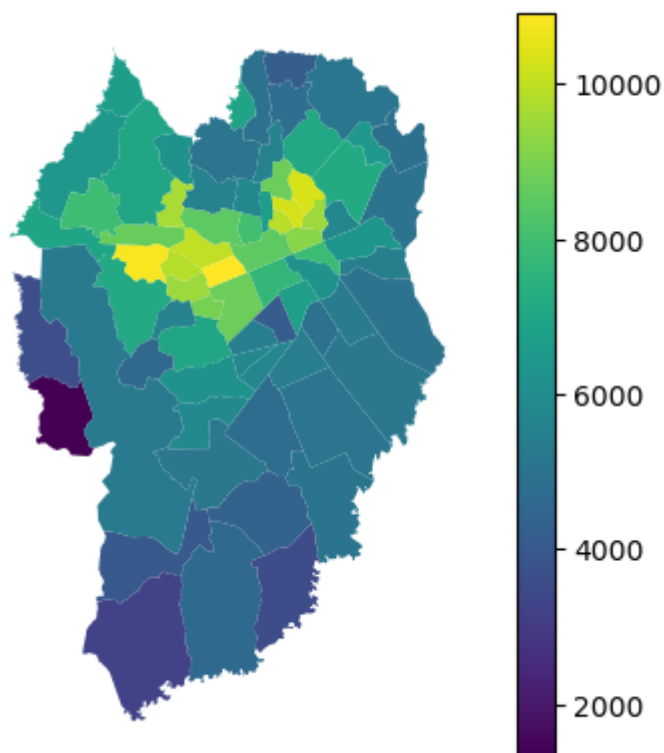
FIGURA 4.7 – Quantidade de imóveis por bairro de Curitiba



FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

Conforme a FIGURA 4.8, o bairro com o metro mais caro da cidade é o Batel, com um preço médio de R\$ 10.902,11, e o mais barato é o São Miguel, com um preço médio de R\$ 1.443,75. O bairro com os maiores lotes é o São João, com área média de 615,8 m², e o bairro com os menores lotes é o Centro, com média de 73,64 m².

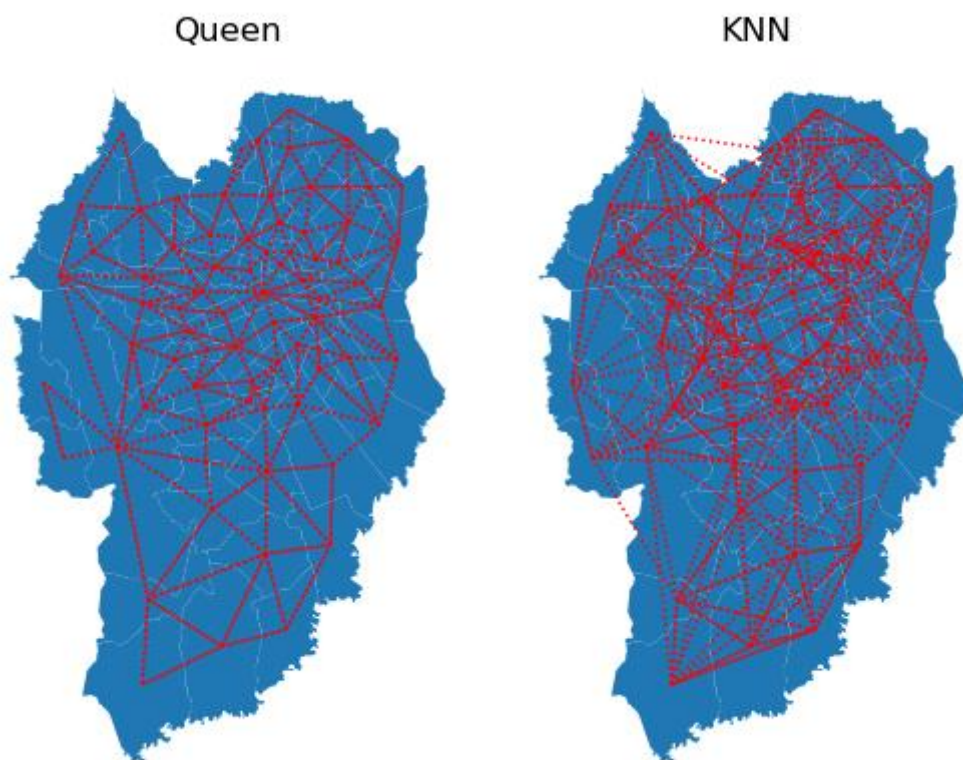
FIGURA 4.8 – Preço médio por metro quadrado



FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

Após a definição da base de dados que será utilizada no presente trabalho, foi necessária a definição da matriz de pesos espaciais que será utilizada para o cálculo da autocorrelação das variáveis. Para efeito de comparação, serão utilizadas duas matrizes diferentes: o tipo de matriz de pesos espaciais escolhido foi o tipo Rainha (Queen), conforme a configuração apresentada na FIGURA 4.9, e o tipo KNN (K-vizinhos mais próximos) com a análise dos 8 vizinhos mais próximos. O número 8 foi escolhido para o modelo KNN pois é a quantidade máxima de vizinhos apresentado por um bairro no modelo Queen.

FIGURA 4.9 – Configuração de vizinhança das matrizes de pesos espaciais do tipo Queen e KNN



FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

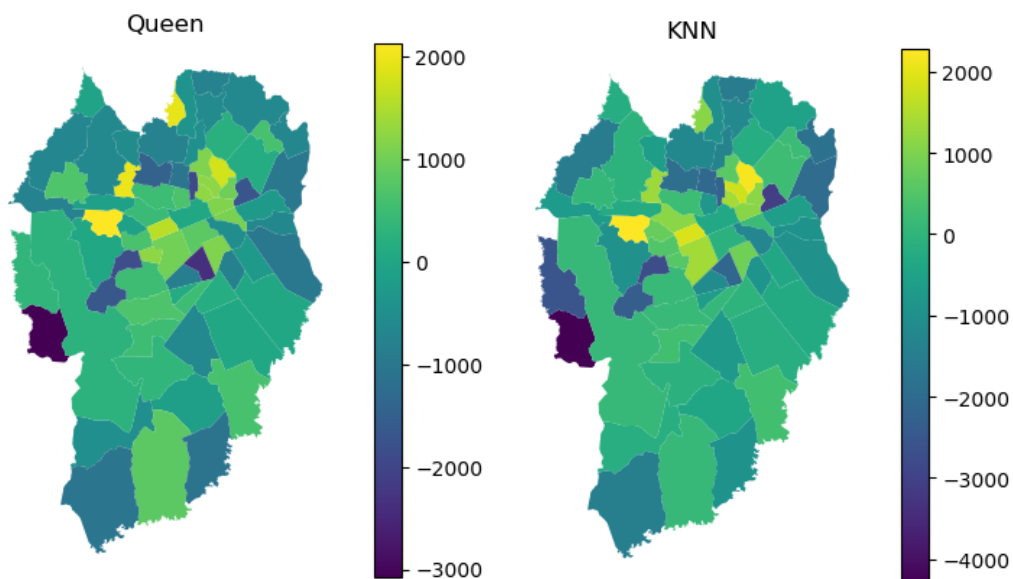
5.1 LAG ESPACIAL

A primeira análise realizada é referente ao Wy (lag espacial), representado na FIGURA 5.1. No mapa de calor do tipo Queen é possível notar a presença de altos valores de Wy nos bairros Mossunguê, Cascatinha, Taboão e Cabral, o que indica que esses bairros apresentam uma alta média dos preços por metro quadrado de seus vizinhos com fronteiras físicas. Entretanto, conforme o demonstrado no mapa de calor do tipo KNN, o efeito do Wy é amenizado nos bairros Cascatinha e Taboão e se mantém na mesma intensidade nos bairros Mossunguê e Cabral.

A diferença entre os dois modelos pode ser explicada pela forma de definição da vizinhança nas matrizes de pesos espaciais. Enquanto o modelo Queen considera apenas os bairros com fronteiras físicas como vizinhos, o modelo KNN considera os K vizinhos mais próximos (8 no presente trabalho). Dessa forma, o bairro Taboão possui 2 vizinhos no modelo Queen (Abranches e Pilarzinho) que possuem um preço médio por metro quadrado mais baixo do que a média da cidade. Já no modelo KNN, o Taboão passa a ser vizinho de bairros com preços médios por metro quadrado mais elevados, o que ameniza o efeito de Wy.

Em ambos os modelos, o Mossunguê é o bairro que apresenta o maior Wy. Isso se deve ao alto preço por metro quadrado (segundo maior da base de dados) e também por seus vizinhos apresentam valores medianos por metro quadrado. Embora o bairro do Batel seja a área mais valorizada da base de dados, os seus vizinhos também apresentam preços altos, o que acarreta em um Wy que não é tão intenso quanto o do Mossunguê.

FIGURA 5.1 – Wy do tipo Queen e KNN



FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

Em contrapartida, conforme representado na FIGURA 5.1., os bairros São Miguel e Parolin apresentam preços médios por metro quadrado inferiores aos seus vizinhos no mapa de calor do tipo Queen. Em relação ao bairro São Miguel, essa análise já era esperada, pois trata-se do bairro com o metro quadrado mais desvalorizado da cidade. No modelo KNN, percebe-se que o efeito do Wy do bairro Parolin é amenizado, mas mantém-se no São Miguel. Além disso, percebe-se que o efeito do Wy fica mais intenso no bairro Augusta, principalmente devido ao aumento do número de vizinhos quando se comparado ao modelo Queen, no qual possuía apenas dois vizinhos e um deles era o bairro São Miguel, que apresenta o menor preço por metro quadrado da cidade.

5.2 I DE MORAN GLOBAL

Após o cálculo e análise dos Wy, foi calculado a estatística I de Moran Global para a variável preço por metro quadrado. A Tabela 5.2 demonstra os valores calculados para o I de Moran global e seus respectivos Valores-p em relação a variável dependente da base de dados, preço por metro quadrado, para ambos os tipos de matrizes de pesos espaciais escolhidos.

TABELA 5.2 – Estatísticas de autocorrelação espacial globais para a variável Preço/m²

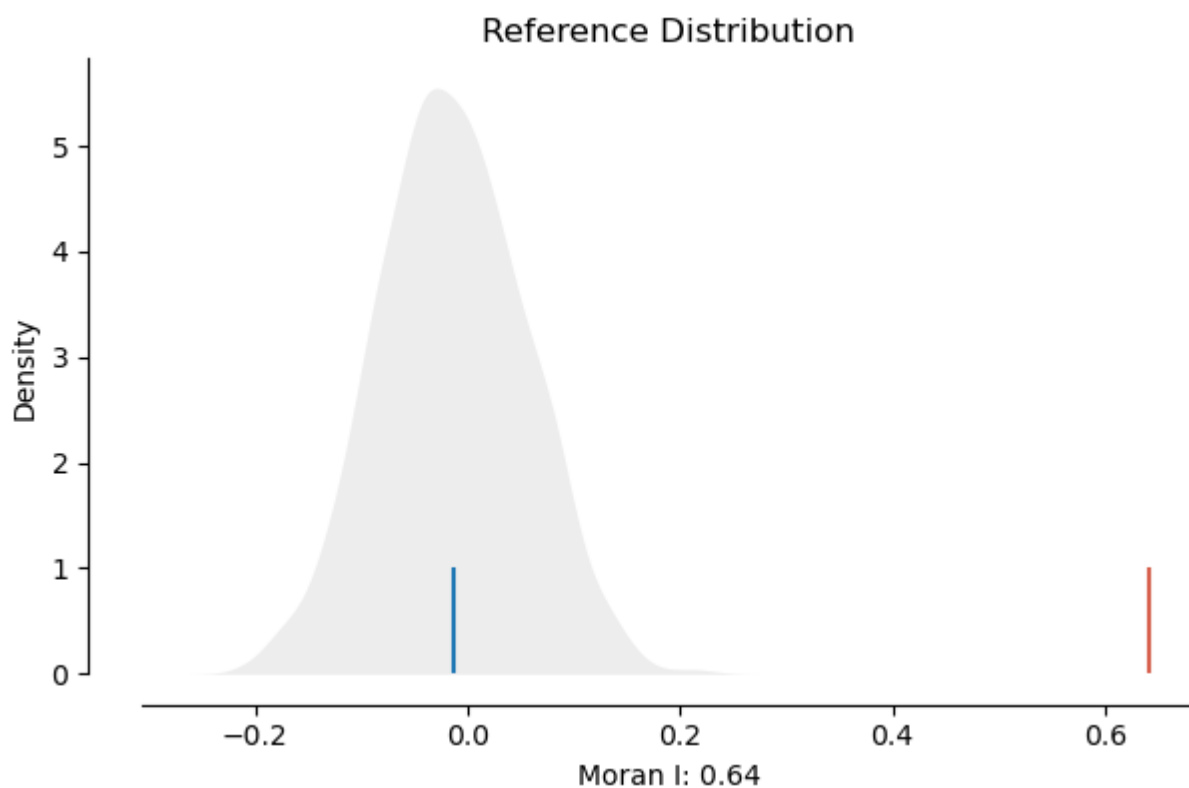
	Queen	KNN
Moran	0,64	0,53
P-valor	0,001	0,001

FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

O p-valor representa a significância da estatística I, cuja hipótese nula indica independência espacial, ou seja, os valores do modelo não apresentam aglomerações espaciais. Logo, como o p-valor obtido para ambos os modelos de matrizes de pesos espaciais é menor do que 0,05 (confiança de 95%), pode-se rejeitar a hipótese nula e afirmar que existe tendência de aglomeração espacial na base de dados.

O cálculo do p-valor no presente trabalho foi realizado com o auxílio da biblioteca esda (Exploratory Spatial Data Analysis) da linguagem Python de programação. Nessa biblioteca o cálculo do p-valor é realizado de forma empírica por meio da randomização da variável no espaço e posterior cálculo do I de Moran da randomização. Esse procedimento é repetido 999 vezes e são anotadas quantas vezes o valor do I de Moran da randomização é superior ao I de Moran calculado para a base de dados, conforme representado na FIGURA 5.3. A partir da FIGURA 5.3. é possível perceber que os Is de Moran calculados pelos testes são majoritariamente muito inferiores ao I de Moran calculado para a base de dados, ou seja, podemos assumir que a variável de estudo não está distribuída aleatoriamente no espaço.

FIGURA 5.3 – Moran Scatter Plot – Queen e KNN



FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

Adicionalmente, a estatística I de Moran pode ser interpretada como o coeficiente angular da reta resultante de uma regressão linear entre uma variável subtraída de sua média versus seu respectivo lag espacial, conforme os gráficos de dispersão apresentados na FIGURA 5.4.

FIGURA 5.4 – Moran Scatter Plot – Queen e KNN



FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

A FIGURA 5.4. demonstra uma relação positiva entre as duas variáveis, o que também pode ser visto nos valores calculados das estatísticas I de Moran: 0,64 para a matriz de pesos espaciais Queen e 0,53 para a matriz de pesos espaciais KNN. Essa relação positiva entre as variáveis indica que a tendência dessa base de dados é que os bairros com altos preços por metro quadrado estejam localizados próximos de outros bairros com alta valorização e que os bairros com baixos preços por metro quadrado estejam localizados de outros bairros com baixa valorização. Entretanto, essa estatística não exclui a possibilidade da existência de bairros com altos preços por metro quadrado serem vizinhos de bairros menos valorizados e vice-versa. A estatística I de Moran expressa que, de forma resumida, a principal tendência dessa base de dados é que ocorra aglomeração de valores no espaço.

5.3 I DE MORAN LOCAL

No item anterior foi apresentada a estatística I de Moran Global, uma medição da autocorrelação espacial que auxilia na compreensão sobre a distribuição da variável de estudo no espaço. Entretanto, o I de Moran Global é uma estatística representativa do mapa como um todo, uma forma de resumo da base de dados que indica a existência ou não de aglomeração espacial, mas não a sua localização. Para a identificação da localização dos clusters no espaço, utiliza-se a estatística I de Moran Local (LISA), um indicador com foco na relação de cada observação da base de dados com seus vizinhos.

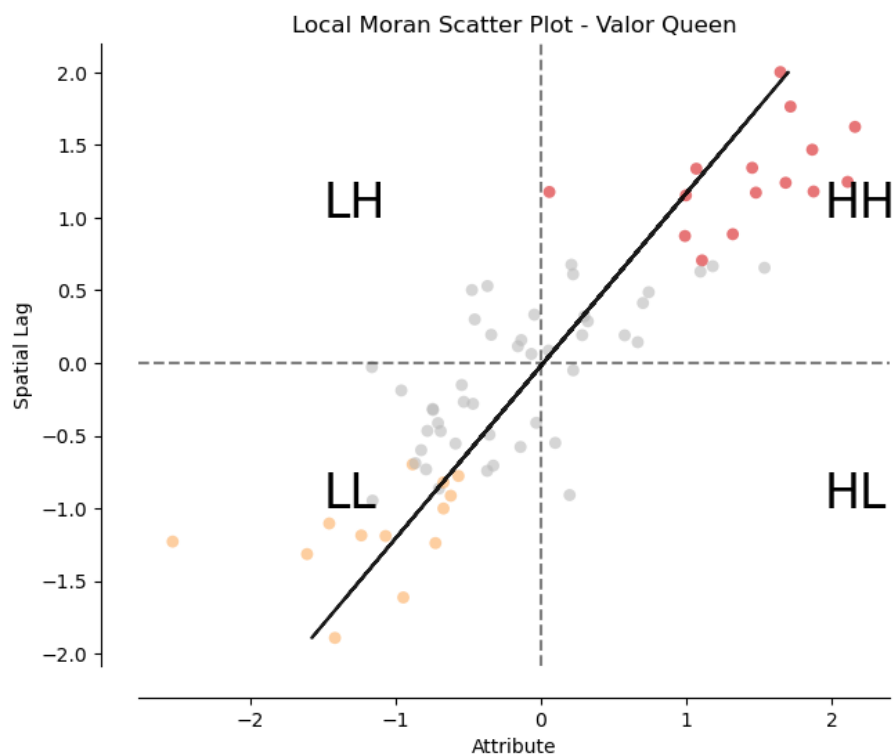
Assim como no I de Moran Global, o índice LISA é identificado a partir do gráfico de dispersão entre uma variável subtraída de sua média versus seu respectivo lag espacial. Esse gráfico é dividido em quatro quadrantes (HH: Alto-Alto, LH: Baixo-Alto, LL: Baixo-Baixo, HL: Alto-Baixo) que auxiliam na detecção dos clusters espaciais e seus componentes.

A FIGURA 5.5. e a FIGURA 5.6. apresentam os gráficos de dispersão nos modelos com matrizes de pesos espaciais do tipo Queen e do tipo KNN, respectivamente, em relação a variável preço por metro quadrado. Nos gráficos estão destacados os nomes dos quadrantes para facilitar na análise dos clusters.

Na FIGURA 5.5., referente ao modelo de matriz de pesos espaciais do tipo Queen, percebe-se a presença de clusters do tipo Alto-Alto (HH), representados pelos pontos vermelhos do gráfico, e do tipo Baixo-Baixo (LL), representados pelos pontos amarelos do gráfico.

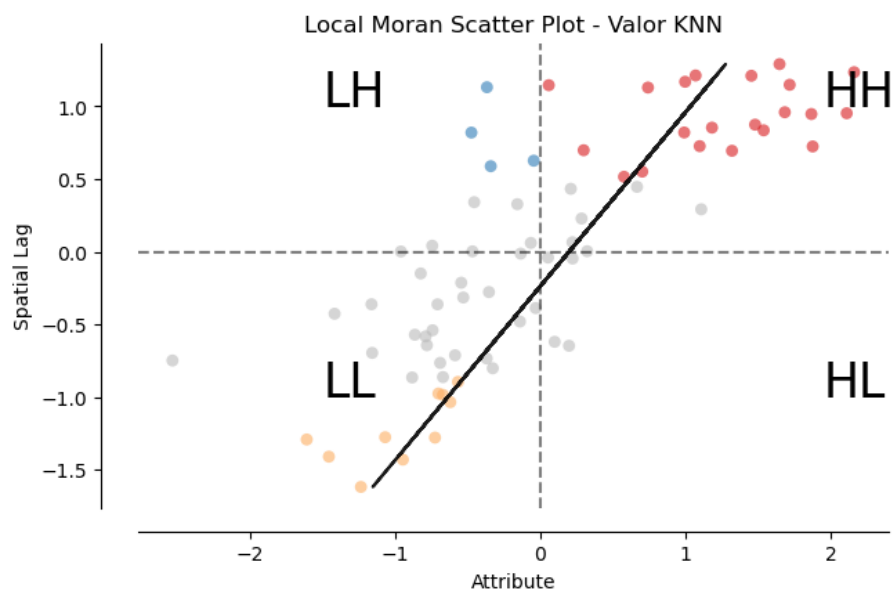
Na FIGURA 5.6., referente ao modelo de matriz de pesos espaciais do tipo KNN, também é possível notar a presença de clusters do tipo Alto-Alto (HH), representados pelos pontos vermelhos do gráfico, e do tipo Baixo-Baixo (LL), representados pelos pontos amarelos do gráfico. Entretanto, esse modelo também aponta para a existência de outro tipo de cluster: o tipo Baixo-Alto representado pelos pontos azuis do gráfico.

FIGURA 5.5 – Local Moran Scatter Plot – Queen



FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

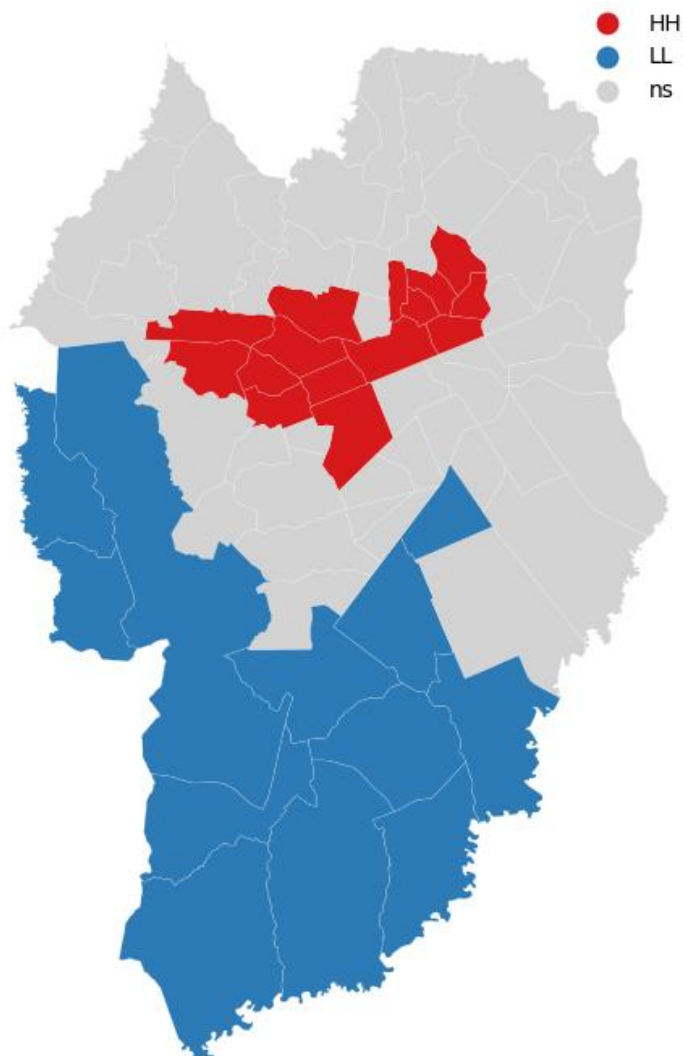
FIGURA 5.6 – Local Moran Scatter Plot – KNN



FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

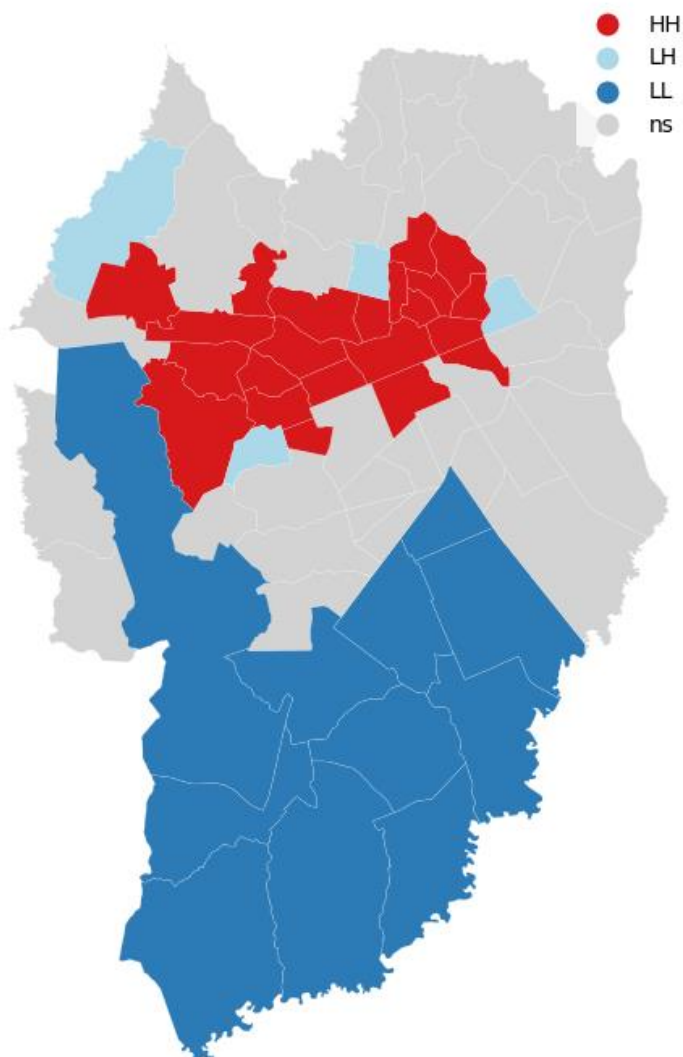
A estatística I de Moran Local também pode ser representada na forma de mapas para facilitar a detecção visual dos clusters. A FIGURA 5.7. mostra a localização dos clusters do tipo Alto-Alto e do tipo Baixo-Baixo encontrado a partir da matriz de pesos espaciais do tipo Queen. Já a FIGURA 5.8. mostra, além dos clusters Alto-Alto e Baixo-Baixo, os bairros que foram classificados como Baixo-Alto (bairros com preço por metro quadrado baixo cercado de vizinho com preço por metro quadrado elevado).

FIGURA 5.7 – Local Moran Scatter Plot – Queen



FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

FIGURA 5.8 – Local Moran Scatter Plot – KNN



FONTE: Elaborado pelo autor (2023)

A partir dos clusters apresentados nas figuras acima, é possível notar que os imóveis de menor valor por metragem quadrada da cidade estão localizados principalmente na parte Sul da cidade, nas regionais TATUQUARA, BAIRRO NOVO, CIC e BOQUEIRÃO. Um dos motivos pelos quais essas regionais apresentam menores preços por metro quadrado é o zoneamento dessas regiões, definidos na Antiga Legislação de Zoneamento de Curitiba (2000) e mantidos na Nova Legislação de Zoneamento de Curitiba (2020). As regionais TATUQUARA e BAIRRO NOVO estão localizadas em áreas majoritariamente determinadas como APA (área de proteção ambiental), ZROC (Zona residencial de ocupação controlada) ou ZROI (Zona residencial de ocupação integrada). Os principais objetivos desses zoneamentos é a

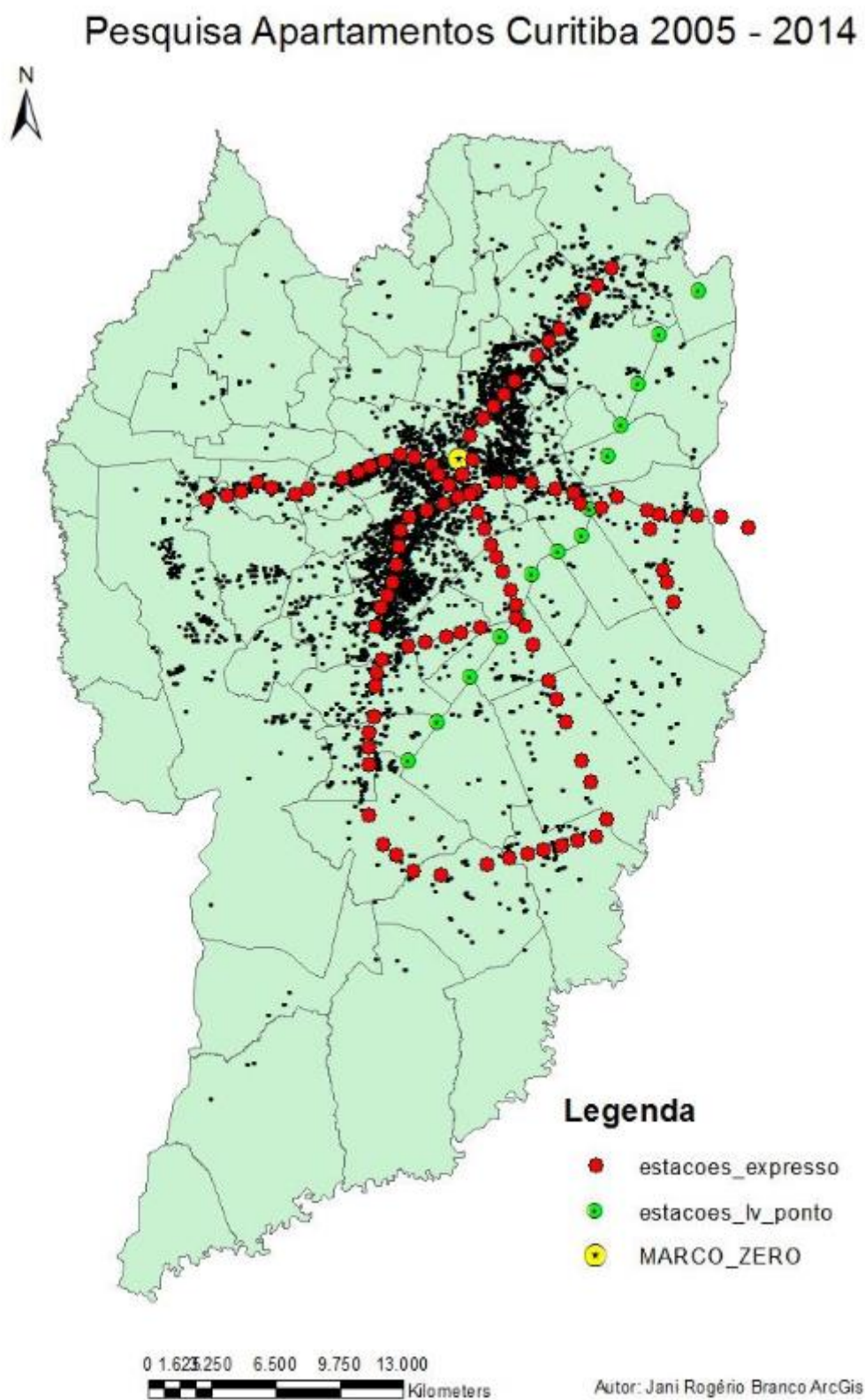
preservação da área verde da cidade, com o intuito de manter uma baixa densidade na região. Além disso, as regionais apresentam grandes concentração de zoneamentos SEHIS (Setor especial de habitação de interesse social), porções do território municipal destinados a população de baixa renda o que acarreta em uma menor valorização do metro quadrado nesse zoneamento.

Os cluster do tipo Alto-Alto apresentados na FIGURA 5.7. e na FIGURA 5.8. estão localizados principalmente nas regionais SANTA FELICIDADE e MATRIZ. A regional MATRIZ é onde está localizado o bairro Centro, local onde está localizado o marco zero de Curitiba e o principal centro de atividades econômicas da cidade. Conforme descrito no terceiro capítulo do presente trabalho, existe a tendência que os imóveis próximos ao CBD apresentem uma maior valorização do seu metro quadrado, fenômeno que explica a existência do cluster do tipo Alto-Alto formado ao redor do bairro Centro. Outro fator que explica a formação do cluster é a presença mais intensa de amenidades na região, visto que, as amenidades urbanas tendem a ser mais fortes em regiões próximas dos centros de negócios das cidades.

A principal diferença entre os mapas apresentados na FIGURA 5.7. e na FIGURA 5.8. é a presença de cluster do tipo Baixo-Alto. A detecção desse tipo de bairro em somente um dos modelos se deve à definição de vizinhança entre os tipos de matrizes de pesos espaciais utilizados. O bairro Butiatuvinha é um bairro, com baixa valorização de seu metro quadrado, localizado majoritariamente numa área de zoneamento do tipo APA (área de proteção ambiental). Ao considerar a matriz do tipo Queen, o bairro é vizinho de bairros que apresentam valores medianos ou baixos por metro quadrado, já quando é considerada a matriz do tipo KNN, o bairro da regional SANTA FELICIDADE passa a ser vizinho de bairros como o Santo Inácio e o Cascatinha, áreas com alto valorização por metro quadrado que são cercadas por outras áreas com elevados preços.

Outro fator de influência na localização dos clusters do tipo alto-alto e tipo baixo-baixo representados na FIGURA 5.7. e na FIGURA 5.8 pode ser explicado pelo trabalho de Branco (2016), citado previamente. A FIGURA 5.9 mostra a localização dos pontos de parada do sistema BRT das linhas expressas, representados pelos círculos vermelhos, e da Linha Verde, representados pelos círculos verdes.

FIGURA 5.9 – Mapa De Curitiba - Pesquisa Imobiliária Apartamentos



FONTE: Branco, adaptado (2016, p.36)

Por meio de um modelo de preços hedônicos, Branco (2016) demonstrou a presença da influência positiva nos preços imóveis devido à proximidade dos pontos do sistema BRT. Ao comparar as FIGURAS 5.7 e 5.8 com a FIGURA 5.9, é possível perceber que os clusters do tipo baixo-baixo apresentam uma quantidade muito limitada de pontos de parada do sistema BRT, o que pode ocasionar uma desvalorização do metro quadrado dos imóveis localizados dentro dessa aglomeração. Já os clusters do tipo alto-alto estão localizados no centro do sistema BRT, e apresentam uma elevada concentração de pontos de parada do sistema BRT, o que acarreta em uma maior valorização do metro quadrado dos imóveis na região.

Outro importante fator da relação do sistema BRT com a formação dos clusters é a Lei de Zoneamento. As regiões próximas aos eixos do sistema BRT são em sua maioria do tipo ZR-4, uma zona de predominância residencial, estabelecida com o intuito fornecer suporte ao sistema de transporte de alta capacidade. Esse tipo de zoneamento induz a uma maior verticalização das edificações e, conseqüentemente, uma maior aglomeração nas regiões próximas aos eixos do sistema BRT.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente trabalho foi realizar uma análise espacial sobre a distribuição e a autocorrelação espacial do preço médio por metro quadrado da cidade de Curitiba a partir da oferta de imóveis disponíveis no município, obtidos de anúncios online com o auxílio de *Web Scraping*. Após a extração e a limpeza dos dados, obteve-se uma base de estudos de 6.838 imóveis residenciais, distribuídos entre os 75 bairros da cidade.

Os resultados obtidos apontaram para a existência de aglomerações espaciais de imóveis de alta valorização cercados por outros imóveis de alta valorização por metro quadrado nas regionais MATRIZ e SANTA FELICIDADE da cidade de Curitiba. Além disso, foi possível identificar a presença de outra aglomeração espacial, nas regionais TATUQUARA e BAIRRO NOVO, de imóveis que apresentam um preço por metro quadrado mais baixo cercados de imóveis com uma precificação similar por suas áreas. Os clusters encontrados apontam que, de uma forma generalizada, os imóveis localizados nas regiões mais próximas à região central (CBD da cidade de Curitiba) tendem a ser mais valorizados do que os imóveis mais distantes da região central. Isso se deve parcialmente devido ao zoneamento das áreas comparadas e também ao fator histórico. Enquanto os bairros mais próximos da região central são regiões que contam com uma estrutura urbana e econômica mais estabilizada, os bairros da região sul são áreas de ocupações mais recentes, com estruturas urbanas ainda em processo de consolidação, o que acarreta em uma valorização mais baixa de seus imóveis.

Cabe ressaltar que houveram limitações para o desenvolvimento dos estudos e análises apresentados. A primeira limitação foi a inconsistência no número de imóveis ofertados por bairro, enquanto o bairro Água Verde apresentou mais de 500 imóveis para a composição de seu preço médio, houveram bairro com menos de 10 imóveis ofertados, como o bairro Taboão. A segunda delimitação para o estudo foi a delimitação de apenas imóveis residenciais serem considerados na base de estudo, pois existe a possibilidade de os imóveis comerciais e industriais apresentarem um comportamento espacial diferente do demonstrado pelos imóveis residenciais. Além disso, não foi realizada distinção entre imóveis do tipo casa dos imóveis do tipo

apartamento, assim como as características individuais dos imóveis (número de quartos, número de banheiros, vagas de garagem etc.).

Por fim, futuros trabalhos poderiam se aprofundar na composição do preço dos imóveis a partir de fatores como indicadores socioeconômicos, indicadores de segurança pública, proximidade de centros comerciais, culturais ou ambientais, entre outros. Outra linha de estudo que pode ser seguida é a incorporação de imóveis comerciais, industriais e de aluguel ao método desenvolvido no presente trabalho para compreender se esses imóveis se comportam de maneira similar aos imóveis residenciais no espaço.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B.C. **DISTRIBUIÇÃO E COMPORTAMENTO DE PREÇOS DE IMÓVEIS NO ESPAÇO DA CIDADE DE CURITIBA**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

ALMEIDA, E. **Curso de Econometria Espacial Aplicada**. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004.

ANSELIN, L. **Local Indicators of Spatial Association-LISA**. Geographical Analysis, Ohio State University Press, v. 27, n. 2, p. 93-115. Ohio, 1995.

BRANCO, J.R. **A INFLUÊNCIA DO SISTEMA BRT NO PREÇO DOS IMÓVEIS EM CURITIBA: UMA ANÁLISE COM MODELOS DE PREÇOS HEDÔNICOS**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

CAMPOS, R.B.A., ALMEIDA, E.S. **Decomposição Espacial nos Preços de Imóveis Residenciais no Município de São Paulo**. Estud. Econ., n. 1, p. 5-38. 2018.

CAMPOS, R.B.A. **Discussão dos Modelos Teóricos de Economia Urbana sobre Aglomeração e Espreadimento do Emprego**. FIPE, n. 459, p. 41-50. 2018.

CHIN, T.L., CHAU, K.W. **A critical review of literature on the hedonic price model**. International Journal for Housing and its Applications, n. 27 (2), p. 145-165. 2003.

CRUZ, B.D.O., FURTADO, B.A., MONASTERIO, L., RODRIGUES, W. **ECONOMIA REGIONAL E URBANA – Teorias e métodos com ênfase no Brasil**. IPEA. Brasília, 2011.

FÁVERO, L.P.L. **MODELOS DE PREÇOS HEDÔNICOS APLICADOS A IMÓVEIS RESIDENCIAIS EM LANÇAMENTO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

HERMANN, B.M., HADDAD, E.A. **Mercado Imobiliário e amenidades urbanas: a view through the window**. EST. ECON., v. 35, n. 2, p. 237-269. São Paulo, 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama da cidade de Curitiba**. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/panorama>. Consultado em 28 de junho de 2023.

IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Mapas Políticos**. Disponível em:

<https://geocuritiba.ippuc.org.br/portal/apps/sites/#/geocuritiba/pages/politico-administrativo>. Consultado em 01 de dezembro de 2023.

MACEDO, J. **Curitiba, Cities**. v. 21, n. 6, p. 537-549. Grã-Bretanha, 2004.

PACHECO, A. **K vizinhos mais próximos - KNN**. Disponível em:

<https://computacaointeligente.com.br/algoritmos/k-vizinhos-mais-proximos/>. Consultado em 28 de setembro de 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Prefeito assina neste sábado decreto de criação da Regional Tatuquara**. Disponível em:

<https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/prefeito-assina-neste-sabado-decreto-de-criacao-da-regional-tatuquara/38183>. Consultado em 28 de setembro de 2023.

POLUCHA, R.S. **Ecoville: construindo uma cidade para poucos**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

PORSSE, A., VALE, V. **Análise Exploratória de Dados Espaciais**. [PowerPoint de apoio à disciplina de Economia Regional e Urbana, lecionada na UFPR]. Curitiba, 2020.

THOME, E.M. **ANALYZING URBAN EMPLOYMENT SUBCENTERS: THE CASE OF CURITIBA, BRAZIL**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

URBS – Urbanização de Curitiba S/A. **História do transporte**. Disponível em: <https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/historia-transporte>. Consultado em 28 de junho de 2023.

VILA NOVA, Y.P. **A DINÂMICA ESPACIAL DO MERCADO IMOBILIÁRIO DE SALVADOR**. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2023.

APÊNDICE A – WEB SCRAPPER VIVA REAL

```

from selenium import webdriver
from selenium.common.exceptions import WebDriverException,
ElementClickInterceptedException, NoSuchElementException
from selenium.webdriver.common.by import By
from selenium.webdriver.support.ui import WebDriverWait
from selenium.webdriver.support import expected_conditions as EC
from webdriver_manager.chrome import ChromeDriverManager
from selenium.webdriver.chrome.service import Service
from bs4 import BeautifulSoup
import re
import time
import pandas as pd

```

```

class VivaReal:

    def __init__(self, url):

        service = Service(ChromeDriverManager().install())
        self.driver = webdriver.Chrome(service=service)
        self.driver.maximize_window()
        self.driver.get(url)
        time.sleep(5)

        WebDriverWait(self.driver,
self.wait_time).until(EC.element_to_be_clickable((By.XPATH, '//*[@id="cookie-
notifier-cta"]'))).click()
        time.sleep(5)

    def __scrape_page__(self):
        result = []

        try:
            soup = BeautifulSoup(self.driver.page_source, 'html.parser')
        except WebDriverException:
            return result

        cards = soup.find_all('div', {'class': 'property-card__content'})

        for card in cards:

            title = card.find('span', {'class': 'property-card__title js-
cardLink js-card-title'}).get_text().strip()
            full_address = card.find('span', {'class': 'property-
card__address'}).get_text().strip()

```

```

        area = card.find('span', {'class': 'property-card__detail-value
js-property-card-value property-card__detail-area js-property-card-detail-
area'}).get_text().strip()
        n_rooms = card.find('li', {'class': 'property-card__detail-item
property-card__detail-room js-property-detail-rooms'}).find('span', {'class':
'property-card__detail-value js-property-card-value'}).get_text().strip()
        n_baths = card.find('li', {'class': 'property-card__detail-item
property-card__detail-bathroom js-property-detail-bathroom'}).find('span',
{'class': 'property-card__detail-value js-property-card-
value'}).get_text().strip()
        n_garage = card.find('li', {'class': 'property-card__detail-item
property-card__detail-garage js-property-detail-garages'}).find('span',
{'class': 'property-card__detail-value js-property-card-
value'}).get_text().strip()

    try:
        price = card.find('div', {'class': 'property-card__price js-
property-card-prices js-property-card__price-
small'}).find('p').get_text().strip()
    except AttributeError:
        price = ""

    add_list = re.split(',|-', full_address)
    add_list = [ item.strip() for item in add_list ]
    if len(add_list) == 2:
        city, st = add_list
        neighborhood = ''
        address = ''
        number = ''
    if len(add_list) == 3:
        neighborhood, city, st = add_list
        address = ''
        number = ''
    if len(add_list) == 4:
        address, neighborhood, city, st = add_list
        number = ''
    elif len(add_list) == 5:
        address, number, neighborhood, city, st = add_list

    row = { 'Título': title, 'Endereço': address, 'Número': number,
'Bairro': neighborhood, 'Cidade': city, 'Estado': st, 'Área': area, 'Quartos':
n_rooms, 'Banheiros': n_baths, 'Vagas': n_garage, 'Preço': price }
    result.append(row)
    return result

def __next_page__(self):
    next_element = self.driver.find_element('xpath', f'//*[@id="js-site-
main"]/div[2]/div[1]/section/div[2]/div[2]/div/ul/li[9]/button')

```

```

try:
    next_element.click()
    time.sleep(5)
    return True

except ElementClickInterceptedException:
    print('Não é possível clicar na próxima página')
except NoSuchElementException:
    print('Não foi possível encontrar a próxima página')
return False

def run(self, output):
    has_next = True
    final_result = []

    while has_next:
        results = self.__scrape_page__()
        final_result.extend(results)
        if len(results) == 0:
            break
        has_next = self.__next_page__()

    self.driver.quit()

    df = pd.DataFrame(final_result)
    df.to_csv(output, sep=';')

```

```

url =
'https://www.vivareal.com.br/venda/parana/curitiba/#onde=Brasil,Paran%C3%A1,Cu
ritiba,,,,,BR%3EParana%3ENULL%3ECuritiba,,,&tipos=apartamento_residencial,cas
a_residencial,condominio_residencial,chacara_residencial,cobertura_residencial
,flat_residencial,kitnet_residencial,sobrado_residencial,edificio-
residencial_comercial'
SVR = VivaReal(url)
SVR.run('resultado.csv')

```