

---

# LOCAÇÃO DE IMÓVEIS: UMA APLICAÇÃO DE PREÇOS HEDÔNICOS PARA A CIDADE DO RECIFE

*Real estate leasing: an application of hedonic prices for the city of Recife*

## **Matheus Gomes Coelho Ciarlini**

Engenheiro Civil. Mestre em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco – PPGECON/UFPE. matheusgcciarlini@gmail.com

## **Francisco de Sousa Ramos**

Engenheiro Elétrico. Doutorado em Economia pela Université Catholique de Louvain, Bélgica. LabGRC, PPGEP-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Economia, UFPE. francisco.ramos@ufpe.br

## **Monaliza de Oliveira Ferreira**

Economista. Doutora em Economia. Docente do Programa de Pós-Graduação em Economia – PPGECON/UFPE. monaliza.ferreira@ufpe.br

---

**Resumo:** Este trabalho situa-se entre as poucas pesquisas nacionais relacionadas ao mercado de locação a estimar o impacto de variáveis estruturais, amenidades urbanas e naturais, utilizando a metodologia espacial de preços hedônicos na formação dos preços de aluguel das zonas norte e sul de Recife. Com um banco de dados de 269 observações fornecidas pela maior imobiliária do Estado, foi possível constatar pelo teste I de Moran a existência de uma significativa interação entre os valores do aluguel na região. Em seguida, mostra-se que os modelos mais indicados para esta pesquisa são os modelos espaciais, em especial, o modelo de erro espacial (SEM). Como resultado, verifica-se que todas as variáveis estruturais são importantes e significativas para a formação do preço de aluguel. Dentre as amenidades, o impacto positivo da variável de distância ao rio quando comparado às demais é significativa, indicando que, em Recife, os locatários preferem morar próximo ao Rio Capibaribe. Finalmente, conclui-se que o consumidor locador de imóvel apresenta interesses diferentes do consumidor comprador, principalmente, quando se refere à área útil e mobília.

**Palavras-chave:** Mercado imobiliário; Preços de aluguel; Preços hedônicos; Amenidades; Dependência espacial.

**Abstract:** This work is located among the surveys related to the rental market to estimate the impact of variables, which should be urban and natural using the methodology of hedonic prices in the formation of rental prices in the north and south of Recife. With a database of 269 observations provided by the largest real estate company in the state, it was possible to verify through Moran's I test the existence of a significant interaction between the rent values in the region. Then, it is shown that the most suitable models for this research are really the spatial models, especially the spatial error model (SEM). As a result, it was found that all structural variables are important and significant for the rental price formation. Among the amenities chosen to compose the model, the positive impact of the distance to the river variable is significant when compared to other amenity variables, indicating that the renters prefer to live near Capibaribe river in Recife. Finally, it was concluded that a renter consumer has different interests from a buyer consumer, especially when referring to the useful area and furniture.

**Keywords:** Real estate market; Rental prices; Hedonic prices; Amenities; Spatial dependence.

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado imobiliário brasileiro, antes da pandemia originada pela Covid-19, sinalizava uma tendência de crescimento para o biênio de 2019 e 2020, particularmente no caso do ramo de locação residencial, segundo o Índice FIPEZAP da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas de janeiro de 2020. A expectativa baseia-se nos seguintes pontos. Primeiro, a taxa básica de juros (SELIC) estava nos seus níveis mais baixos, de acordo com as séries do Comitê de Política Monetária (COPOM), além da inflação controlada, de acordo com o IPEA (Carta de Conjuntura 4T19). Em janeiro de 2019, a Selic foi estabelecida em 6,5% a.a. e terminou o ano em 4,5% ao ano. Ainda segundo o IPEA, a tendência era de leve queda na SELIC para 2020 caso o país continuasse respondendo positivamente aos estímulos econômicos. Desse modo, com condições econômicas favoráveis, acreditava-se que o crescimento do mercado imobiliário fosse uma consequência natural.

O segundo ponto, relacionado com o anterior, centra-se na perspectiva de oferta de crédito barato para a construção e aquisição de imóveis, com disposição dos bancos de aprovar financiamentos, como pode ser observado na Carta de Conjuntura do IPEA (4T19). De acordo com o instituto, a dinâmica do mercado de crédito vinha sendo dada pelo crescimento dos empréstimos com recursos livres, especialmente no segmento de pessoas físicas (PFs), em que o saldo em outubro de 2019 crescia 13,4% em termos reais ante outubro do ano anterior. O saldo de empréstimos com recursos livres às empresas também vinha acelerado, e sua taxa de crescimento atingiu 7,2% na mesma comparação.

Além das mudanças causadas por conta das alterações na conjuntura econômica e político-social, a concorrência e a evolução tecnológica fazem com que o meio da construção civil esteja em constante inovação. Na mesma linha de raciocínio, outras opções para rentabilizar um imóvel são cada vez mais exploradas tanto por proprietários como pelos consumidores, sendo uma delas o aluguel residencial. De um ponto de vista simples, alugar nada mais é do que obter um espaço em troca de uma quantia periódica por um determinado tempo.

No momento de alugar um imóvel, o consumidor está disposto a pagar não apenas pelas características internas do bem, mas também pelo posicionamento geográfico relativo aos pontos de influência na cidade, considerando não só valor de uso, mas de vivência. Afinal, a preferência por morar perto da praia não significa que os indivíduos necessariamente frequentem a praia.

São diversas as razões que levam um indivíduo a optar pelo aluguel: desde uma necessidade temporária ou permanente até uma decisão racional sobre custos e rendimentos com habitação, sendo para alguns uma decisão de custo-benefício. E quais são os parâmetros para definir se um aluguel é caro ou barato? Além do perfil de renda de cada consumidor, há um procedimento aceito pelo mercado, normatizado pela NBR 14653-2, que orienta quanto ao “valor justo” do imóvel para uma determinada região da cidade, porém, o mesmo não vale para preços de aluguel. Afinal, pode-se considerar que as motivações de um indivíduo locatário diferem das de um comprador? Se sim, no que diferem?

O bem imóvel é um bem heterogêneo<sup>1</sup>, seja ele residencial ou comercial. Portanto, a avaliação patrimonial está diretamente relacionada à identificação, análise e quantificação das características intrínsecas de cada um dos bens (DUNSE; JONES, 1998). Todavia, de acordo com Seabra, Silveira Neto e Menezes (2016), é unanimidade entre pesquisadores do ramo que a imobilidade espacial, ou seja, a localização do imóvel, está diretamente relacionada à determinação de novos condicionantes para o entendimento da valoração de qualquer propriedade imobiliária nas economias de mercado. Então, como Rosen (1974) coloca, dada a sua localização espacial, a imobilida-

<sup>1</sup> A literatura refere-se a imóveis como bens heterogêneos: cada um tem sua particularidade, ainda que localizados no mesmo empreendimento, o que faz um imóvel ser diferente do outro (DUNSE; JONES, 1998). Todavia, há a possibilidade de existirem imóveis idênticos e, conseqüentemente, de mesmo valor.

de faz com que as características intrínsecas do mesmo não possam ser dissociadas da influência do meio no qual estão inseridos.

Na “influência do meio” está incluso o impacto mútuo existente entre os imóveis em um mesmo espaço. Isto é, assim como os indivíduos têm parte dos seus valores formados pelo meio social em que vivem, imóveis podem ter seus preços, de venda ou aluguel, motivados parcialmente pela dependência espacial com relação aos vizinhos. Como apontado por Hermann e Haddad (2005), os aluguéis entre eles podem estar correlacionados, pois compartilham, no mínimo, as mesmas amenidades urbanas. Apesar de o mercado se encarregar de determinar os preços de equilíbrio de cada bem, a quantificação precisa das influências das amenidades urbanas e propriedades físicas é razão de frequentes indagações no meio científico (SEABRA; SILVEIRA NETO; MENEZES, 2016).

Para o caso do Brasil, país com vasta diversidade cultural, boa parte da estrutura das cidades mais antigas é influenciada pelo histórico de colonização e expansão comercial: cidades históricas, como Recife, Salvador e Rio de Janeiro, possuem alguns dos mesmos pontos de influência de séculos atrás. Essas cidades são bastante influenciadas pelo litoral, porém, Recife, particularmente, se expandiu nas proximidades do Rio Capibaribe e do centro da cidade e, posteriormente, se desenvolveu em direção ao litoral (REZENDE, 2002). Hoje, o centro comercial da cidade não tem o mesmo impacto sobre os imóveis.

Um ponto importante a ressaltar refere-se à escolha das zonas comumente conhecidas como Norte e Sul de Recife, que correspondem às microrregiões político administrativas (RPA) 3, 4 (norte) e 6 (sul). Por mais que exista uma divisão geográfica (o Rio Capibaribe) entre as RPAs 3 e 4 – e que a RPA 6 seja composta na amostra predominantemente pelos bairros próximos ao mar do Pina, Boa Viagem e Setúbal –, percebe-se pelo Atlas de Desenvolvimento do Recife (2005) que estas são as regiões com maior índice de desenvolvimento humano (IDH) da cidade e que englobam as principais amenidades naturais e urbanas.

O mercado imobiliário nacional é pouco regulado e, por isso, é bastante comum a negociação informal do aluguel de imóveis sob contratos pouco embasados, resultando em informações de negociação escassas. Quando comparado à gama de dados de venda, que podem ser obtidos no Registro Geral de Imóveis, por exemplo, é evidente uma maior facilidade de acesso à informação qualificada ao pesquisar sobre a precificação dos imóveis em si. No caso do mercado de locação, não há no Brasil a mesma facilidade. Nesta pesquisa, recorreu-se à base de dados da maior imobiliária da cidade do Recife - Âncora Imobiliária, com vasta experiência no ramo para disponibilizar os dados mais recentes.

Um ponto importante para escolha do Município de Recife reside no fato de a cidade apresentar a quarta maior variação média acumulada em 12 meses no valor do metro quadrado de locação residencial entre todas as capitais do Brasil (FIPE, 2020). Ademais, Recife possui a maior renda per capita da região, o que influencia no alto valor do metro quadrado dos imóveis à venda e, provavelmente, influencia no preço do metro quadrado do aluguel (DANTAS; MAGALHÃES; VERGOLINO, 2010). Um questionamento determinante para esta pesquisa pode ajudar a entender esses dados da capital pernambucana ante o cenário regional e sinalizar metodologicamente para estudos em outras cidades: **o que é mais valorizado pelo locatário ao buscar um imóvel em Recife?**

Para isto, o modelo de precificação hedônica desenvolvido por Court (1939) e Rosen (1974), é particularmente importante na captação da intensidade com que as firmas e o consumidor médio valoram cada característica dos imóveis. Um exemplo da utilização deste modelo em outro mercado é o caso de automóveis (COURT, 1939). Hoje, é comum a utilização de preços hedônicos na avaliação de imóveis tanto no trabalho de avaliadores quanto no estudo de economistas.

Diversos trabalhos internacionais tratam das amenidades urbanas por meio de preços hedônicos (DES ROSIERS; THÉRIAULT, 1996; PANDURO; VEIE, 2013; RIBES *et al.*, 2018), bem como trabalhos nacionais (HERMANN; HADDAD, 2005; DANTAS; MAGALHÃES; VERGOLINO, 2007 e 2010; SEABRA, SILVEIRA NETO; MENEZES, 2016). De modo geral, os resultados

apontam para a relevância das externalidades na geração de valor dos imóveis, havendo poucos trabalhos focados no mercado de locação.

Uma das relevâncias a destacar desta pesquisa é justamente a escassez de trabalhos sobre o mercado de locação. Na literatura internacional há pouco uso do aluguel como variável dependente, particularmente, porque os dados de aluguel são, em geral, privados e, portanto, difíceis de serem obtidos (MILLS, 1992; DES ROSIERS; THÉRIAULT, 1996; DUNSE; JONES, 1998; RIBES *et al*, 2018). Atualmente, trabalhos a respeito de aluguel de curtíssima duração ou de temporada vêm ganhando espaço, dada a rápida adaptação dos meios de oferta às necessidades do consumidor, no caso, o viajante usuário do aplicativo Airbnb, intermediador ou *marketplace* de imóveis disponíveis para locação (GIBBS *et al*, 2017; TONG; GUNTER, 2020).

Entre os estudos nacionais, destacam-se os trabalhos de González (1995), Angelo, Favero e Luppe (2004), Hermann e Haddad (2005), e Menezes, Azzoni e Moreira (2007). Porém, todos apresentam ponderações relacionadas à base de dados e suas limitações que podem afetar a modelagem. Pode-se citar algumas limitações como a ausência das variáveis de idade ou estado do imóvel de forma clara e objetiva, e dados não consolidados em *websites* de pesquisa, o que confere pouca confiança às estimações. Mais recentemente, outras pesquisas nacionais salientam dificuldades similares, como Gerab e Carvalho (2019), Rosa, Oliveira e Pinto (2019) e Fernandes (2021). Tal fato não surpreende, pois são adversidades atemporais igualmente comuns em trabalhos que buscam o valor razoável de locação do imóvel, mesmo de posse de uma base de dados mais robusta e variada.

Portanto, após investigar a literatura disponível, é possível afirmar que este estudo se destaca no Brasil na busca pelo entendimento da formação de preços dos aluguéis devido à base de dados consistente, heterogênea e atual pouco presente nas demais pesquisas nacionais e pela abordagem metodológica espacial, cujo rigor respalda os resultados.

Devido ao número considerável dos bairros do Recife, deve-se ter atenção especial ao que Hermann e Haddad (2005), Dantas, Magalhães e Vergolino (2010) e Seabra, Silveira Neto e Menezes (2016) chamam de *spillovers*<sup>2</sup> espaciais. Lesage e Pace (2009) apontam que os coeficientes estimados nas regressões, neste tipo de estudo, não apresentariam o que de fato seria o preço real de cada característica pertencente ao imóvel.

Portanto, o objetivo deste trabalho consiste em analisar o comportamento do mercado de locação de imóveis na cidade do Recife, com a determinação dos preços implícitos das amenidades urbanas. Estas informações são importantes para as imobiliárias e incorporadoras permitindo, com o uso do modelo de preços hedônicos, tornar mais precisas as estimativas utilizadas para o valor do aluguel. Ressalte-se que, além de vizinhanças, com características naturais bem diferenciadas, Recife também apresenta marcadas diferenciações espaciais com respeito às características sociais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O primeiro uso de regressões, utilizando o termo “hedônico”, foi realizado por Court (1939). Seu estudo se refere à indústria automobilística nos Estados Unidos, onde os preços variavam indiscriminadamente a depender do anúncio da montadora. O termo “hedônico” foi usado para descrever a valoração da importância de vários componentes – como potência, capacidade de frenagem, área de janela –, além de outras características pertinentes na construção de um índice de utilidade e desejo.

2 O efeito *Spillover*, também chamado de interação espacial, nada mais é do que o impacto indireto positivo ou negativo que uma determinada atividade pode gerar sobre outros indivíduos. Um exemplo relacionado ao mercado de imóveis é o aumento ou a queda do valor do aluguel de imóvel X visto que um outro imóvel Y foi alugado por um determinado valor na mesma região.

Na sequência, Lancaster (1966) reafirmou que as características próprias que diferenciam os bens estariam parcialmente omitidas na teoria clássica do consumidor. Para o autor, o interessante nessa nova abordagem foi o peso específico das características dos bens, em geral, como determinantes da utilidade do indivíduo. Como conclusão, por meio de conceitos microeconômicos (efeito substituição e axioma da preferência revelada), Lancaster afirma que as preferências do consumidor devem considerar as características intrínsecas dos bens, e não o bem *per se*.

Em um estudo seminal de 1974, Rosen (1974) coloca a precificação hedônica dentro do conceito de mercado concorrencial e equilíbrio espacial, e determina que o preço observado do produto e o conjunto de características associadas a ele definem o conjunto de valores implícitos. O autor afirma que, de acordo com a análise sobre o consumo, quanto maior for a renda, maior utilidade o consumidor almeja. Como consequência, haveria o consumo maior do bem com um “pacote de atributos” maior por parte do consumidor com maior poder aquisitivo. No entanto, esta relação nem sempre é linear, ou seja, uma família que vive em um apartamento de três quartos não necessariamente deseja um outro imóvel com seis quartos, caso o poder aquisitivo dela dobre. Como dedução, sob o ponto de vista do consumidor, um grupo de indivíduos de uma mesma faixa de renda tende a adquirir produtos com características semelhantes, o que remete a uma provável segmentação. Por este motivo, a inclusão da divisão sociodemográfica na cidade de Recife deve ser importante para estabelecer um novo ponto de vista sobre o mercado de aluguéis em regiões da cidade, como realizado por Fávero, Belfiore e Lima (2008) para imóveis residenciais na cidade de São Paulo.

Em razão da heterogeneidade observada entre bens imóveis, os modelos hedônicos têm sido amplamente empregados para explicar diferenças de preços entre residências ou pontos comerciais ao longo do tempo. Observando a literatura, há três motivações para utilização do método: (i) construir índices de preços; (ii) estimar o valor de propriedades a partir de características, em geral; (iii) determinar o impacto de certas características no preço final do imóvel, como amenidades urbanas, por exemplo.

Existem inúmeros trabalhos internacionais e nacionais que buscam analisar o impacto de características extrínsecas (amenidades urbanas), no valor de transação dos imóveis. Em um estudo de 2000 Tyrväinen e Miettinen computaram o preço implícito das amenidades florestais urbanas, comuns na Finlândia, sobre os preços das habitações e suas características locais. O trabalho de Kong, Yin e Nobukazu (2007) tem grande relevância para este tipo de estudo pela utilização do Sistema de Informações Geográficas (GIS), cujo fim era georreferenciar os dados coletados de negociações imobiliárias na cidade de Jinan, China. Para os autores, a metodologia espacial por meio do *software* foi essencial para que o coeficiente de algumas variáveis fosse preciso, consistente e não-viesado, a exemplo da variável de “acesso às áreas públicas”.

Mais recentemente, Panduro e Veie (2013) categorizaram o espaço verde em oito tipos diferentes e quantificaram o seu impacto nos preços da habitação na cidade de Aalborg, usando o método dos preços hedônicos. Como um dos resultados, eles encontraram que os tipos de áreas verdes, cuja classificação se dá em termos de acessibilidade e nível de manutenção, têm altos preços implícitos, ao passo que os tipos com baixas classificações não são identificados ou fornecem resultados ambíguos. Assim, concluíram que o espaço verde não é uma amenidade ambiental uniforme, mas, sim, um conjunto de variáveis distintas com impactos muito diferentes sobre o preço das moradias.

Bishop e Murphy (2019) analisaram os efeitos das amenidades, que variam temporalmente, sobre os imóveis e o impacto futuro delas quando o consumidor tem preferência pelo potencial da localidade em negociação. Eles relacionam o viés potencial associado ao modelo estático de preços hedônicos (ROSEN, 1974) às séries temporais das amenidades de interesse, propondo um fator de ajustamento que corrige o potencial erro, tornando o modelo estático de Rosen em um modelo de análise do potencial futuro.

No Brasil, Hermann e Haddad (2005) avaliam a precificação dos imóveis residenciais em São Paulo, considerando características extrínsecas. Eles aplicam um conceito de geografia urbana

de cidades monocêntricas ou policêntricas. Uma contribuição importante foi a constatação de limitações do modelo, a exemplo das desvantagens do método Box-Cox e as ocorrências de forte multicolinearidade das variáveis e dependência espacial nos resíduos. Como resultado, por meio de dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), coletados pela FIPE para o ano de 1999, os autores concluíram que a proximidade às estações de trem, a presença de áreas verdes e o zoneamento urbano estritamente residencial valorizam o imóvel, enquanto a criminalidade causa o contrário.

No caso da cidade de Recife, Dantas, Magalhães e Vergolino (2007) utilizaram o modelo de preços hedônicos, com o objetivo de analisar características do mercado imobiliário local, como a influência do litoral e parques, por meio de dados fornecidos pela Caixa Econômica Federal para apartamentos vendidos entre os anos de 2000 e 2002 e dados do censo IBGE 2000. Concluíram que os imóveis desvalorizam entre 6% e 8% à medida que se distanciam do parque da Jaqueira e da praia, respectivamente. No entanto, encontram evidências de dependência espacial nos preços dos imóveis. Perceberam também uma redução dos preços implícitos de certas amenidades, reiterando a hipótese discutida por Hermann e Haddad (2005) sobre a existência de *spillovers* espaciais. Em um estudo de 2010, Dantas, Magalhães e Vergolino mostraram que as equações de demanda tradicionalmente estimadas, sem considerar a dependência espacial, podem gerar resultados tendenciosos, com a elasticidade-preço representando menos de 50% da estimativa do modelo espacial.

Seabra, Silveira Neto e Menezes (2016) consideram um modelo de preços hedônicos, com diferentes tratamentos da dependência espacial (SAR e SAC) e utilizam um amplo banco de dados fornecido pela Prefeitura. Os resultados indicam que “vista ao mar” e “proximidade ao rio” são as amenidades mais valorizadas na cidade, e que proximidade às Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), aos metrô e aos locais com índice de violência elevado contribuem negativamente.

Pode-se afirmar que a maior parte das pesquisas nacionais não utilizam uma modelagem focada em aluguel, o que pode levar a resultados distintos aos comumente vistos nas pesquisas de venda. Um dos fatores a dificultar o manejo de dados detalhados de aluguel tanto na oferta quanto no fechamento de contrato é a indisponibilidade de dados públicos, encontrados basicamente apenas na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) como um custo adicional às famílias. Quando são informações relacionadas à locação, o método de coleta comum é primário em sites de anúncios ou com o acesso permitido por imobiliárias. Mesmo assim, na literatura nacional, alguns pesquisadores podem ser citados nas pesquisas a respeito do aluguel.

González e Formoso (1995) propôs um estudo do comportamento do mercado imobiliário de Porto Alegre, através do uso de preços hedônicos. Com um banco de dados composto por 504 imóveis, o modelo explicou 80% da variabilidade dos preços de aluguel, e variáveis como distância aos shopping centers e existência de favelas nas proximidades são significativas.

Ángelo, Fávero e Luppe (2004) realizaram estudo similar ao de Dunse e Jones (Glasgow, 1998) para a cidade de São Paulo. Eles aplicam modelos semi-logarítmicos de preços hedônicos, com base em dados de aluguel de imóveis comerciais. Os resultados obtidos para São Paulo demonstram que os atributos mais importantes para a determinação dos preços dos aluguéis são a presença de fibra ótica no edifício, piso elevado para a passagem de dutos e fiação e, em algumas regiões, o número de vagas de estacionamento, o número de elevadores e as dimensões do edifício.

Menezes, Azzoni e Moreira (2007), utilizando os dados de gastos com aluguéis divulgados pela POF 2002/2003, estimaram um índice de custo de vida, com o gasto com aluguel residencial, como proxy, entre estados brasileiros a partir de um modelo de preços hedônicos. Além dos atributos físicos utilizados, como controle, os pesquisadores incluíram também *dummies* para áreas geográficas, estados e faixas de renda (baixa, média e alta). As conclusões foram que o custo de vida para as capitais é o mais elevado, enquanto as zonas rurais possuem os custos mais baixos. Ademais, outros resultados obtidos, devido à utilização de *dummies* de interação entre os estados e a nível de renda familiar foram que a cidade de Brasília possui os gastos mais altos de aluguel para pessoas de nível de renda alta e baixa, enquanto que Rio de Janeiro foi a cidade mais custosa para

pessoas de nível médio. Os estados com custo de aluguel mais baixo foram Sergipe, Maranhão e Ceará para níveis de renda alto, médio e baixo, respectivamente.

Mais recentemente, a literatura nacional voltada para o mercado de locação vem se expandindo, porém, ainda sem apresentar a modelagem espacial para tratamento dos efeitos de dependência na amostra. Gerab e Carvalho (2019), Rosa, Oliveira e Pinto (2019) e Rosangela (2021), por exemplo, são pesquisas, orientadas para suas respectivas cidades, com tratamentos similares quanto ao aluguel. Nenhuma dessas pesquisas utilizam o modelo espacial de preços hedônicos, nem verificam a existência de *spillovers* espaciais, o que leva o resultado a possíveis vieses de estimação. Além disso, assim como nas pesquisas mais antigas, verifica-se a recorrente dificuldade de obtenção das variáveis de estado e idade dos imóveis quando se trata de aluguel.

Ainda sobre as bases de dados, Gerab e Carvalho (2019) utilizam uma base retirada do *website* ZAP Imóveis, fonte bastante heterogênea<sup>3</sup>. Rosa, Oliveira e Pinto (2019) utilizam uma base de dados de uma outra pesquisa, em 2016, de vários *websites*. Após o tratamento, a amostra total apresentou 271 dados, com um número pequeno de variáveis explicativas, assim como Rosangela (2021), mesmo utilizando uma base formal obtida de uma imobiliária local.

Dos trabalhos internacionais, Won e Lee (2018) investigam como os aluguéis de pequenas moradias urbanas são determinados a partir do uso de preços hedônicos, considerando a dependência espacial. Eles apontam para a utilização do *Software* Geoda, explorado por Luc Anselin, desde 2004, de acordo com os autores, e a praticidade do mesmo para estimar os principais modelos espaciais (SAR e SEM). Concluíram que todas as variáveis relativas à localização e amenidades locais impactam significativamente no preço do aluguel.

Já o trabalho de Ribes *et al.* (2018) aborda como o novo ambiente turístico na Espanha afeta os preços de locação das casas de veraneio. Os resultados apontam para novas variáveis pouco exploradas na literatura, como a competitividade sobre o turismo e a reputação on-line como futuros determinantes de preço.

Por fim, vem surgindo uma nova vertente global de pesquisa: os estudos sobre a *Sharing Economy* (Economia do Compartilhamento), que aborda principalmente a precificação de aluguel de curtíssimo prazo, feitos por meio de *marketplaces* como o Airbnb, com o objetivo de encontrar uma harmonia entre rentabilizar um imóvel parado e o melhor custo para o viajante ou turista. Gibbs *et al.* (2017) e Tong e Gunter (2020) utilizam o método dos preços hedônicos via MQO para apontar quais características podem impactar significativamente nos preços de oferta no Airbnb nas suas respectivas regiões.

Tomando como base toda a pesquisa realizada na literatura nacional e internacional sobre preços de locação de imóveis, observa-se uma clara escassez de trabalhos bem embasados sobre o assunto no acervo brasileiro. Alguns estudos internacionais, como o mostrado e mencionado anteriormente, já incluem na precificação hedônica dos aluguéis a abordagem da dependência espacial e sua correção associada, mas a nível nacional apenas a pesquisa de Hermann e Haddad (2005) se aproxima de tal análise, apesar de não considerar a correção nas estimações, além de outras limitações. Logo, esta pesquisa preenche a lacuna apresentada, contribuindo diretamente para ampliar e aprofundar os estudos econômicos sobre o mercado de locação à nível de Brasil, considerando a correção da dependência espacial.

### 3 METODOLOGIA

Nesta seção, apresentam-se as estratégias empíricas do trabalho, compreendendo o método de análise e dados.

3 Por exemplo: os valores dos aluguéis anunciados não sinalizam se incluem ou não as taxas inclusas.

### 3.1 MÉTODO DE ANÁLISE

Conforme a revisão da literatura, é razoável supor que os preços de aluguéis dependam de características internas e externas dos imóveis. Isso pode ser expresso pela equação:

$$P = (N, X) \quad (1)$$

no qual  $P$  refere-se aos preços dos aluguéis,  $N$  às características internas ou físicas do imóvel, e  $X$  às características externas (amenidades urbanas e naturais).

A primeira etapa metodológica consiste, portanto, em precisar o formato específico da função acima. Segundo Fávero, Belfiore e Franco (2008), as formas mais utilizadas são a linear, a logarítmica e a semilogarítmica. O critério de escolha adotado é baseado no teste de transformação de Box-Cox, utilizado por Seabra, Silveira Neto e Menezes (2016)<sup>4</sup>, que destacam, na direção do uso da forma semilogarítmica, o fato que ela permite uma interpretação simples por meio de variações percentuais médias. Além disso, a forma semilogarítmica apresenta variância reduzida quando comparada a forma linear e, no caso de variável omitida importante, tal especificação apresenta resultados mais precisos. Entretanto, essa transformação não garante a significância dos coeficientes estimados (HERMANN; HADDAD, 2005). Essa especificação tem sido largamente adotada para explicar o comportamento do mercado habitacional, como apontam Dantas, Magalhães e Vergolino (2007) e Dunse e Jones (1998).

A segunda etapa envolve o reconhecimento de que se está face a um problema, que envolve questão espacial, ao ser acrescentada às variáveis de distância aos polos de influência ou *dummies* de setorização de bairros, considerando a independência espacial da variável dependente e dos resíduos (DANTAS; MAGALHÃES; VERGOLINO, 2010). Entretanto, Lesage e Pace (2009) e Anselin (2013) destacam que, dados cujos posicionamentos espaciais forem determinantes na sua caracterização podem ser imprecisos, implicando em erro de medida, bem como podendo ocorrer erros devido a *spillovers* espaciais. Como consequência, os coeficientes se tornam ineficientes e os testes de significância ficam distorcidos.

Nesta direção, Hermann e Haddad (2005) ressaltam que, devido à característica de imobilidade espacial, os imóveis podem apresentar algum grau de dependência. Isso pode ocorrer devido à presença de efeitos *spillover* entre imóveis, ou mesmo pela falta de consideração adequada de alguma das amenidades naturais e urbanas: a influência delas estaria presente no erro de cada observação, provocando, assim, uma correlação entre os erros. Nesse caso, deve-se reespecificar o modelo.

Portanto, para a obtenção de resultados consistentes e robustos, deve-se realizar as análises de índices e testes de dependência espacial. Seguindo os procedimentos, é feito o exame do Índice Global de Moran<sup>5</sup> (ANSELIN, 2014). Esse índice é obtido pela fórmula:

$$I = \frac{n}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \left( \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2} \right)$$

4 Este procedimento está mais detalhado em Tyrväinen e Miettinen (2000).

5 Quanto mais próximo de 1, mais similares são os dados da amostra entre si. Próximo a -1 quer dizer que os vizinhos possuem características opostas aos elementos da base de dados. Há outros testes estatísticos, que não dependem de uma especificação paramétrica para a forma de autocorrelação no espaço, como o teste do I de Moran e os testes do Multiplicador de Lagrange (LM) robusto para defasagem ou erro. A estatística I de Moran é a mais difundida, podendo ser aplicada tanto à variável dependente quanto aos resíduos da regressão (YWATA; ALBUQUERQUE, 2011).

em que  $w_{ij}$  é um elemento da matriz de pesos espaciais  $W$ ,  $n$  é o número de observações e  $y$  é a variável em análise. Aplicada aos resíduos, tem-se:

$$I = \frac{n}{s} \left( \frac{\hat{s}'W\hat{s}}{\hat{s}'\hat{s}} \right) \quad (3)$$

em que  $s$  é o fator de padronização (soma de todos os elementos da matriz  $W$ ).

Esse índice permite construir um teste para a hipótese nula, em que a rejeição indica que há correlação espacial. Tendo em vista que o teste não identifica se a autocorrelação está presente no erro ou na explicação da variável dependente, utilizam-se testes mais específicos: o LM (erro) robusto, para detectar efeitos de autocorrelação espacial no termo de erro. Trata-se de um teste assintótico a partir da estatística:

$$LM_{\lambda} = \frac{\left( \frac{\varepsilon'W\varepsilon}{\sigma^2} \right)^2}{tr[(W' + W)W]} \quad (4)$$

em que  $\varepsilon$  é o vetor de resíduos de mínimos quadrados,  $W$  a matriz de pesos espaciais,  $\sigma^2$  é a estimativa de máxima verossimilhança da variância do modelo de mínimos quadrados, e  $tr$  é o traço da matriz, com distribuição qui-quadrado com um grau de liberdade, sob a hipótese nula de não existência de autocorrelação espacial no termo erro. Por sua vez, (ii) o LM (defasagem) Robusto é utilizado para verificar a presença de efeitos de defasagem espacial na variável dependente. Também é um teste assintótico, com equação análoga à anterior, com os mesmos requisitos sobre a distribuição. Esses testes foram realizados com o *Software* Geoda (WON; LEE, 2018).

Constatada a dependência espacial na variável dependente ou entre os resíduos, tornou-se necessário aperfeiçoar o modelo da equação (1), transformando-o em um modelo de análise espacial, conforme adotado nos modelos de Dantas, Magalhães e Vergolino (2010) e Won e Lee (2018). Para o modelo *Spatial Autoregressive Model* (SAR), considera-se que os agentes econômicos tomam decisões correntes influenciados pelo comportamento de outros agentes em períodos anteriores (LESAGE; PACE, 2009). O modelo tem a seguinte forma para o caso linear:

$$Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon \quad (5)$$

em que  $\rho$  é o coeficiente do termo defasado, capturando as interações espaciais. Caso não seja significativo, sinaliza que as interações espaciais não representam adequadamente os preços dos aluguéis, evidenciando que se pode utilizar MQO (SEABRA; SILVEIRA NETO; MENEZES, 2016). Para lembrar,  $W$  refere-se à matriz arbitrária de pesos, sendo a mesma usada para os testes de dependência espacial.

É uma abordagem interessante. Entretanto, os coeficientes não são suficientes para mensurar os efeitos totais das variáveis independentes sobre o aluguel de um determinado imóvel, por exemplo, sinalizando, na verdade, a soma do efeito direto da variável observada e do efeito indireto da mesma variável dos demais vizinhos presentes na amostra. Caso a dependência espacial esteja presente nos erros, torna-se necessário a apresentação de outros modelos, como o *Spatial Error Model* (SEM)<sup>6</sup>.

$$\varepsilon = \lambda W\varepsilon + \mu \quad (6)$$

6 Como prescrevem Ywata e Albuquerque (2011) e Lesage e Pace (2009). Os primeiros autores fazem uma análise comparativa entre os modelos espaciais, além de apontar possíveis melhorias, assim, aprofundando o estudo de Lesage e Pace (2009).

no qual  $\lambda$  corresponde ao coeficiente de ajustamento do erro.

A intuição para esse modelo é que o padrão espacial manifestado no termo de erro surge devido a efeitos não modelados dada a falta de medida adequada que, por sua vez, estão espacialmente correlacionados. Nesse modelo, a variável dependente é influenciada também pelos erros não mensurados de todos os dados do entorno, formando um sistema de propagação do efeito, atingindo toda a amostra em geral, mas com uma intensidade decrescente à medida que se afasta do epicentro da ocorrência da inovação causadora do choque. Todavia, a interpretação dos coeficientes não é afetada, ou seja, o efeito total é captado diretamente no modelo (ALMEIDA, 2012).

Voltando-se agora mais precisamente para a matriz  $W$  de pesos, adota-se a proposta de Seabra, Silveira Neto e Menezes (2016), já que nesta pesquisa os dados são relativos a unidades muito particionadas (imóveis). Esses autores colocam como possíveis soluções a matriz de  $k$ -vizinhos mais próximos (ANSELIN, 2013), ou a matriz de vizinhança baseada num raio de proximidade cada vez menor (GERARDI *et al.*, 2015). No caso do Recife, Seabra, Silveira Neto e Menezes (2016) utilizam uma matriz de pesos, considerando um raio de 1,5 km, enquanto Dantas, Magalhães e Vergolino (2007 e 2010) usam o inverso da distância entre os imóveis da amostra.

Os coeficientes resultantes da estimação, no caso do modelo SAR e seus derivados, possuem uma interpretação incomum devido à presença de interação entre os imóveis. Lesage e Pace (2009) consideram que os estimadores devem ser divididos em impactos diretos, indiretos e totais, e interpretado igualmente a um MQO. Mais precisamente:

- (i) Impacto direto: é a média dos efeitos da observação  $i$  sobre si mesma, dado pelo traço da diagonal principal de  $S_r(W)$ :

$$S_r(W) = (I_n - \rho W)^{-1} I_n \beta_r \quad (7)$$

Logo,  $\bar{M}(r)_{direto} = n^{-1} tr[S_r(W)]$ , sendo  $n$  o número de observações.

- (ii) Impacto total: efeito médio de todas os imóveis  $j$  presentes na matriz de vizinhança sobre o imóvel  $i$ , incluindo seu próprio efeito. Esse efeito é obtido da seguinte forma:  $\bar{M}(r)_{total} = n^{-1} i_n^t S_r(W) i_n$ , em que  $i_n$  é um vetor coluna unitário.

- (iii) Impacto indireto: efeito médio dos vizinhos sobre o imóvel  $i$ , dado por

$$\bar{M}(r)_{indireto} = \bar{M}(r)_{total} - \bar{M}(r)_{direto}$$

Por fim, com base em Dantas, Magalhães e Vergolino (2010), uma maneira de escolher o modelo a adotar, além dos testes de dependência espacial (LM Robust), é pela utilização dos critérios de informação de AIC – Akaike e SC – bayesiano de Schwartz. A estimativa de AIC para um dado modelo é dada por:

$$AIC = -2L + 2k \quad (8)$$

em que  $L$  corresponde ao máximo do logaritmo natural da função de verossimilhança, e  $k$  corresponde ao número de parâmetros. Por sua vez, a estimativa SC é dada por:

$$SC = -2L + 2k \ln(n) \quad (9)$$

em que  $n$  indica o número de observações. Na escolha de modelos espaciais, o melhor será aquele com menores valores encontrados para AIC e  $SC^7$ .

## 3.2 DADOS

Esta pesquisa utilizou uma base de dados com 269 imóveis residenciais distribuídas pela RPAs 3, 4 e 6, mais conhecidas como Zona Norte e Sul da Região Metropolitana de Recife. Com base nos dados do relatório de locação residencial da Fipe, relativo a janeiro de 2020 para toda a cidade, foram encontrados um total de 5.656 anúncios de locação. Considerando uma distribuição normal, uma amostra de 269 anúncios pode ser considerada representativa para toda a cidade ao nível de confiabilidade de 90%, incluindo uma margem de erro de 5% nas estatísticas descritivas dos dados. Logo, tratando-se apenas de 39 bairros na amostra frente ao total de 94 bairros da cidade, pode-se afirmar no mínimo o mesmo para a região em estudo. A amostra foi fornecida pela maior imobiliária do Estado e segunda maior da região Nordeste, Âncora Imobiliária, com décadas de experiência no ramo de locação.

A utilização desses dados traz vantagens quando comparados com a coleta comumente feita em outros trabalhos. Por se tratar de uma empresa conceituada, as informações de cada imóvel são controladas de maneira cautelosa, com todas as informações documentadas e verificadas, o que ajuda na negociação com o consumidor. Quando coletado anúncios de *sites* ou outros meios, há a temeridade de estarem desatualizados com informações imprecisas ou escassas. No Quadro 1 pode-se observar a quantidade de variáveis obtidas a partir do registro da empresa. São poucos os trabalhos na literatura, que buscam trabalhar com tal fonte de dados, sendo mais comum em estudos internacionais.

Quadro 1 – Variáveis do modelo

Variável	Sigla	Definição	Fonte
Preço do aluguel	<i>p</i> ou <i>Alug</i>	Valor disponibilizado pela Imobiliária ( <i>asking rents</i> ) – R\$.	Imobiliária Âncora
Andar	<i>andar</i>	Variável discreta	Imobiliária Âncora
Área útil	<i>area</i>	Área do imóvel - m <sup>2</sup> .	Imobiliária Âncora
Mobiliado	<i>mobiliado</i>	Dummy (sim = 1)	Imobiliária Âncora
Número de Quartos	<i>quartos</i>	Variável discreta	Imobiliária Âncora
Banheiros	<i>banheiros</i>	Variável discreta	Imobiliária Âncora
Vagas de garagem	<i>vagas</i>	Variável discreta	Imobiliária Âncora
Vista p/ mar	<i>vmar</i>	Dummy (sim = 1)	Imobiliária Âncora
Vista p/ rio	<i>vrio</i>	Dummy (sim = 1)	Imobiliária Âncora
Distância ao centro	<i>dcentro</i>	Distância ao centro do Recife – km.	Georreferenciamento ( <i>Software</i> QGIS)
Distância à praia	<i>dpraia</i>	Distância ao litoral – km.	Georreferenciamento ( <i>Software</i> QGIS)
Distância ao rio	<i>drio</i>	Distância ao Rio Capibaribe – km.	Georreferenciamento ( <i>Software</i> QGIS)
Distância ao parque	<i>dparque</i>	Distância aos Parques da Jaqueira e D. Lindu – km.	Georreferenciamento ( <i>Software</i> QGIS)
Distância às ZEIS	<i>dzeis</i>	Distância às ZEIS – km.	Georreferenciamento ( <i>Software</i> QGIS)

Apesar de terem sido fornecidos dados históricos da empresa, as discrepâncias nos preços e nas informações fizeram com que se optasse por um corte: passou-se a tratar a amostra sob a forma de corte transversal. Essa estrutura decorre principalmente das características associadas ao mercado de ativos em análise, fundamentalmente marcado pela presença de ciclos relativamente longos. A base de dados é formada exclusivamente por imóveis em oferta no período de 2019 (*asking rents*),

7 Ver em Anselin (2013), no capítulo relativo à seleção dos modelos espaciais, ou, para apreciação específica no *Software* GEODA, em Anselin e Rey (2014).

cujas informações foram obtidas diretamente dos imóveis disponíveis: os indisponíveis, ou seja, já negociados, não poderiam ter suas informações compartilhadas aqui em razão da privacidade.

Optou-se por utilizar variáveis explicativas para as amenidades urbanas presentes em alguns trabalhos (HERMANN; HADDAD, 2005; DANTAS, MAGALHÃES, VERGOLINO, 2007 e 2010; SEABRA; SILVEIRA; MENEZES, 2016). Entretanto, com a mudança da variável dependente de preço de venda para aluguel ofertado, a equação resultante permitiu uma abordagem nova e mais valiosa devido ao tratamento dado ao banco de dados com qualidade e informações precisas.

Por fim, foi possível uma análise comparativa sobre o impacto das características físicas e amenidades urbanas de modo a obter novas perspectivas a respeito da preferência do consumidor e, conseqüentemente, pode-se ampliar a discussão sobre os resultados obtidos em demais pesquisas da literatura de preços hedônicos sobre os valores de aluguel e de venda. Todas as variáveis relativas às amenidades (*dpraia*, *drio*, *dcentro*, *dparque*, *dzeis*) foram coletadas por meio de distâncias aos respectivos polos de influência obtidas pelo Software de georreferenciamento Qgis.

Os aluguéis utilizados se referem aos ofertados (*asking rents*). Nele foram incluídos os valores de IPTU por mês e condomínio, quando não explicitado na oferta, já que o custo efetivo final é único sob a perspectiva do consumidor. Ressalte-se o uso dessa variável dependente, pois, como afirma Dunse e Jones (1998), apesar de os aluguéis efetivamente transacionados representarem a demanda do consumidor mais fielmente, eles podem trazer problemas relacionados a confidencialidade, períodos de vacância e outros incentivos, que, ao estarem em contrato, teriam que ser analisados minuciosamente de modo a apontar da maneira correta o impacto sobre a preferência do consumidor.

Para a construção das variáveis relativas às externalidades escolhidas foi necessário georreferenciar um a um os 269 imóveis, pois o Qgis sofre com problemas de precisão nos complementos necessários. Já as amenidades urbanas necessitam de abordagens diferentes. Os parques e o centro foram georreferenciados por meio dos seus centróides, obtidos pelo Qgis. Já os recursos hídricos (Praia ou Orla de Boa Viagem e o Rio Capibaribe) e as ZEIS foram obtidos por meio de *shapefiles* fornecidos pela PCR. A etapa seguinte foi calcular a distância entre os dados da amostra para cada uma das amenidades citadas.

Segundo Seabra, Silveira Neto e Menezes (2016), além dos aspectos históricos associados à região, a escolha do Marco Zero como centro comercial e referência para a variável *dcentro* é pautada pela importância econômica da região para a cidade, pois nela estão situados os poderes administrativos do município e do estado de Pernambuco, empresas de saúde, tecnologia e diversos bancos. Entretanto, divergimos dos autores com relação ao fato de que deve ser levado em consideração o quadrado da distância ao centro mesmo Recife sendo uma cidade monocêntrica.

Neste trabalho, espera-se um impacto linear da mesma sob o valor do aluguel, pois ele decresce apenas na periferia do Recife próxima às cidades vizinhas, o que não está sendo observado na nossa amostra e pode impactar negativamente na representatividade do modelo. Os autores mencionam ainda que as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), assim denominadas pela Prefeitura, são pontos de influência de cada bairro. Igualmente concluímos que as ZEIS poderiam influenciar no valor dos aluguéis próximos e, por isso, adotou-se essa variável no modelo. Além disso, foi inserida a *dummy* “mobiado” referente ao estado de preenchimento interno da área útil do imóvel, visto que esta é uma característica importante e específica do mercado de locação, que não foi abordada em nenhuma pesquisa nacional dentro desse mesmo tema (aluguel residencial). Por exemplo: entre dois imóveis, num mesmo edifício, a tendência é que maior valor seja atribuído ao imóvel mobiliado.

Como aspecto negativo, registra-se a ausência de informações precisas a respeito da idade dos imóveis desde a construção. A coleta individual de informações seria bastante onerosa em termos de tempo e, ainda assim, haveria o risco de vir imprecisa ou incompleta. Alguns métodos de consideração do tempo ainda foram percorridos e testados, como utilização de uma *dummy* para novo (1) ou velho (0), ou uma *proxy* de estado de conservação, mas as variáveis se mostraram altamente

correlacionadas com outras do modelo, além de pouco significativas, o que seria bastante improvável de ocorrer caso tivéssemos a verdadeira idade dos imóveis. Desse modo, prosseguimos sem a variável “idade”, sendo ainda possível obter resultados significativos e bem caracterizados.

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis, que são utilizadas no modelo empírico. Os imóveis em oferta nas zonas norte e sul da Recife em 2019 têm, em média, um valor de aluguel equivalente a R\$ 2170,18, uma área útil de 87,36 m<sup>2</sup>, não-mobiliado, localizado no 7º andar com 2 ou 3 quartos, aproximadamente 2 banheiros, 1 vaga por apto. Quanto às variáveis extrínsecas ao apartamento, aproximadamente 12% delas têm vista para o mar, 6% tem vista para o Rio Capibaribe. O imóvel ficaria posicionado a uma distância de 3,5 km do litoral recifense, 1,6 km do Rio Capibaribe, 2,3 km de um dos dois parques principais da cidade, a 5,24 km do centro e a 700m de uma comunidade. Os desvios elevados se deram por causa da amostra limitada quando comparada às demais pesquisas nacionais sobre mercado imobiliário, além da variabilidade alta das características.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis do modelo

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Aluguel mensal (R\$)	2170,18	1174,76	10144,00	460
Área Útil (m <sup>2</sup> )	87,36	53,07	380	25
Andar (unit.)	7,33	6,89	35	0
Quartos (unit.)	2,50	0,88	4	1
Banheiros (unit.)	1,92	0,83	6	1
Vagas (unit.)	1,27	0,56	3	0
Mobiliado (sim =1)	0,12	0,32	1	0
Vista p/ Mar (sim = 1)	0,12	0,32	1	0
Vista p/ Rio (sim = 1)	0,06	0,24	1	0
Dist. Praia (Km)	3,52	2,34	10,14	0,041
Dist. Rio (Km)	1,64	1,68	6,67	0,03
Dist. Parques (Km)	2,28	1,38	8,20	0,19
Dist. Centro (Km)	5,24	2,04	10,54	1,13
Dist. Zeis (Km)	0,761	0,354	1,86	0,098

Fonte: Elaboração própria, dados e *shapefiles* fornecidos pela Secretaria de Infraestrutura e Serviços Urbanos da Prefeitura do Recife (Portal de Dados Abertos, 2019).

É possível inferir que há uma forte correlação entre a área útil e o valor do aluguel, pois é natural que imóveis maiores sejam mais valorizados, porém, talvez com uma intensidade distinta quando comparada ao valor de venda. O metro quadrado para venda deve valer mais do que o valor do m<sup>2</sup> para aluguel. O valor médio do metro quadrado para aluguel nesta pesquisa foi estimado em R\$ 27,67/m<sup>2</sup>, muito próximo do que foi constatado pela FIPE (janeiro/2020) para Recife no valor de R\$ 30,31/m<sup>2</sup>. Outras variáveis que apresentaram correlações consideráveis com outras duas, ou até mesmo entre si, foram o número de quartos, de banheiros e vagas, que se associam facilmente ao tamanho da área útil ou ao valor do aluguel. Por isso, o cálculo do VIF (Fator de Inflação da Variância), para verificar a existência ou não de multicolinearidade entre as variáveis dependentes.

Dentre as amenidades naturais e urbanas, poucas delas apresentaram correlações consideráveis. Pode-se destacar a correlação negativa entre a distância ao litoral e ao rio, pois, assim como encontrado por Seabra, Silveira Neto e Menezes (2016), há um *tradeoff* entre escolher alugar um imóvel próximo da praia ou do rio, visto que as regiões da cidade exploradas nesta pesquisa são opostas e tem como referência o Rio Capibaribe para a zona norte e o mar para a zona sul de Recife. Outra correlação que chamou a atenção foi entre *dcentro* e *drrio*, o que vai de acordo com o esperado, pois o centro da cidade de Recife fica localizado muito próximo ao rio. Sendo assim, imóveis alugados próximos ao centro do Recife estão próximos ao Rio Capibaribe também.

Por fim, observou-se algumas correlações ainda inferiores a 0,75, mas que podem acabar influenciando a estimação. Optou-se por calcular o fator de inflação de variância, cujo resultado acima de 10 já indica forte correlação, quando se aconselharia substituir ou retirar a variável do modelo. Neste estudo, a única variável que apresentou VIF realmente alto foi a distância ao rio, mas ainda inferior a 10 e, somado a isso, as correlações individuais foram baixas. Logo, mesmo mantendo essa variável, o modelo não deve sofrer com problemas de multicolinearidade.

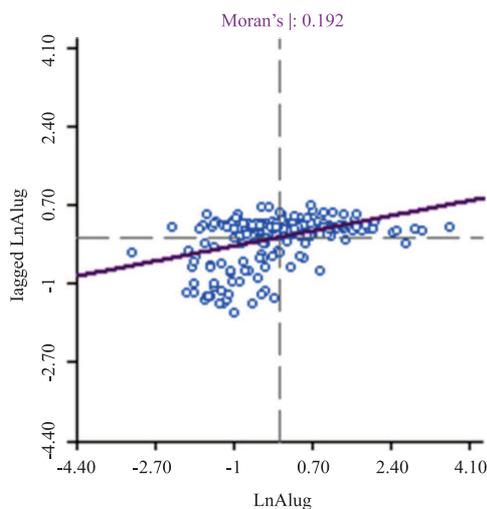
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se distribuição normal sob a perspectiva da variável dependente, com poucas observações mal ajustadas, o que já era esperado devido ao tamanho da amostra. No entanto, assim como no trabalho de Hermann e Haddad (2005), há sinais de heterocedasticidade. Naquele estudo, os autores optaram por não fazer uma análise mais aprofundada sob a justificativa de que os efeitos se restringem à confiabilidade do nível de significância dos parâmetros, sem provocar nenhum viés sobre as estimativas e suas consistências.

Posteriormente, para que fosse possível verificar a existência de dependência espacial, foi feita a análise do índice global de Moran, a partir de uma matriz de pesos, utilizando o inverso da distância dos vizinhos e considerando um raio de 1,5Km. O resultado pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Índice global de Moran e diagrama de espalhamento

O índice sugere a existência de dependência espacial, pois o imóvel em observação seria aproximadamente 20% similar aos vizinhos, o que é um valor considerável na literatura de mercado



imobiliário (SEABRA; SILVEIRA NETO; MENEZES, 2016). O diagrama de espalhamento aponta que a média com relação aos vizinhos da variável dependente é geralmente um pouco maior do que o valor da variável dependente em questão. Ou seja, para a amostra desta pesquisa, a média do preço do aluguel – considerando os vizinhos no raio de 1,5km – é superior ao do imóvel escolhido.

Posteriormente, o teste do I de Moran sobre os erros foi realizado, como apresentado na Tabela 4, adotando a mesma matriz de pesos. O teste indicou a existência de correlação espacial entre as observações. Sendo assim, o modelo OLS para preços hedônicos nesta pesquisa não seria o mais apropriado. Em seguida, os testes dos multiplicadores de Lagrange foram realizados para que fosse possível identificar qual o provável modelo de regressão espacial (SAR ou SEM) mais adequado para o trabalho, como foi apontado por Dantas, Magalhães e Vergolino (2010) e Anselin (2014).

A Tabela 2 revela que, apesar de todos os testes dos multiplicadores de Lagrange terem sido significativos a 1%, o teste Robust LM (Error) foi significativo ao nível de 10%. Portanto, há

fortes indícios de que o modelo espacial mais adequado para esta pesquisa é o modelo de erro espacial (SEM), o que facilita as deduções a respeito do impacto das variáveis no aluguel.

Tabela 2 – Diagnóstico de dependência espacial

	MI/DF	z-value	p-value
Moran's I (error)	0,0865	6,2801	0,0001
Lagrange Multiplier (Lag)	1	14,2541	0,0002
Robust LM (lag)	1	1,6965	0,1928
Lagrange Multiplier (Error)	1	15,4155	0,0001
Robust LM (Error)	1	2,8579	0,0909
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	17,1119	0,0002

Fonte: Elaboração própria, com auxílio do *Software GeoDa*.

Outro aspecto importante é que, utilizando os critérios de Akaike (AIC) e de Schwarz (SC), os valores obtidos para o modelo espacial foram inferiores aos encontrados no modelo tradicional, como apresentado na Tabela 3, o que indica a melhoria do ajustamento pela metodologia de econometria espacial e corrobora com a utilização do SEM como modelo espacial principal para análise dos efeitos das características sobre o valor do aluguel.

Tabela 3 – Critérios de Akaike (AIC) e Schwartz (SC) para seleção do modelo

Critério	OLS	SAR	SEM
AIC	2,0192	-6,5817	-9,9987
SC	52,3452	47,339	40,3286

Fonte: Elaboração própria, com auxílio do *Software GeoDa*.

A Tabela 4 expõe o resultado das estimativas do modelo OLS, bem como dos modelos espaciais SAR e SEM. Em todos os modelos, a variável dependente correspondeu ao logaritmo natural do aluguel mensal como variável dependente. Ademais, todos os modelos apresentaram normalidade na distribuição dos resíduos ao serem analisados os respectivos histogramas e, também, não apresentaram problema de multicolinearidade.

Os modelos finais tiveram poder de explicação elevado (com  $R^2$  entre 70% e 76%.) O  $R^2$  ajustado e o teste da razão da verossimilhança sugerem também que os modelos espaciais se destacam face aos modelos de regressão linear. Após analisar o VIF de cada variável explicativa, não foi constatada evidência de multicolinearidade nos modelos apresentados.

Os resultados do modelo OLS seguem a linha do modelo espacial, com os sinais dos coeficientes atendendo as expectativas, o que não é incomum na comparação dos três modelos: conclusões similares podem ser encontradas nos trabalhos de Dantas, Magalhães e Vergolino (2010) e Seabra, Silveira Neto e Menezes (2016). Esperava-se, o que se confirmou, que as variáveis de distância à praia, ao rio e ao parque tivessem um impacto negativo nos preços dos aluguéis, pois quanto menor a distância a essas amenidades, maior tende a ser o aluguel mensal. Já o contrário era esperado para as variáveis distância ao centro e distância às ZEIS, assim como para as variáveis intrínsecas dos imóveis.

Observando os resultados dos modelos espaciais, a significância dos parâmetros  $\rho$  e  $\lambda$  é primordial para que a metodologia espacial seja adotada. Como ambos foram significantes, a possibilidade de que a abordagem espacial seja a mais apropriada aumenta muito, fato reforçado pelo resultado obtido para o teste de Moran. Ao comparar os modelos SAR e SEM, observa-se que eles têm estimativas parecidas para os coeficientes, tendo uma variação maior apenas no intercepto. Particularmente, o modelo SEM obteve significância maior para as variáveis  $d_{parque}$  e  $d_{centro}$ , o que, associado aos testes dos multiplicadores de Lagrange e aos critérios de informação de Akaike

e Schwartz, corrobora com a ideia do *Spatial Error Model* (SEM) ser o mais indicado entre os modelos de regressão espacial discutidos.

Tabela 4 – Resultados das estimações dos modelos

Variável	OLS	SAR	SEM
<i>intercepto</i>	6,906*** (0,098)	4,193*** (0,822)	6,851*** (0,117)
<i>área</i>	0,002*** (0,0005)	0,002*** (0,0005)	0,002*** (0,0005)
<i>andar</i>	0,011*** (0,002)	0,011*** (0,002)	0,011*** (0,002)
<i>quartos</i>	0,077*** (0,027)	0,078*** (0,026)	0,081*** (0,026)
<i>banheiros</i>	0,108*** (0,025)	0,106*** (0,024)	0,106*** (0,024)
<i>mobiliado</i>	0,081 (0,052)	0,083* (0,050)	0,085* (0,050)
<i>vagas</i>	0,173*** (0,037)	0,169*** (0,035)	0,172*** (0,035)
<i>vmar</i>	0,081 (0,057)	0,080 (0,055)	0,086 (0,054)
<i>vrio</i>	0,034 (0,067)	0,052 (0,064)	0,055 (0,067)
<i>dpraia</i>	-0,062*** (0,014)	-0,041*** (0,014)	-0,061*** (0,020)
<i>drío</i>	-0,091*** (0,026)	-0,067*** (0,027)	-0,094*** (0,035)
<i>dparque</i>	-0,065*** (0,012)	-0,028* (0,016)	-0,066** (0,017)
<i>dcentro</i>	0,047*** (0,018)	0,033* (0,018)	0,052** (0,063)
<i>dzeis</i>	0,027 (0,046)	0,056 (0,045)	0,063 (0,046)
Rho ( $\rho$ )	-	0,337*** (0,102)	-
Lambda ( $\lambda$ )	-	-	0,472*** (0,121)

Fonte: Elaboração própria com auxílio do GeoDa.

\*\*\* Significante a 1%; \*\* Significante a 5%; \* Significante a 10%.

A variável dependente é o logaritmo natural do valor do aluguel mensal.

Desvio-padrão entre parênteses.

O impacto positivo no valor do aluguel para a distância ao centro de Recife chama a atenção. Como constatado por Hermann e Haddad (2005), imóveis próximos aos centros comerciais, a exemplo de São Paulo, tendem a ter um maior valor do aluguel, ao contrário do que foi encontrado aqui para Recife. Isso provavelmente se deve ao fato de que o centro de Recife, onde se encontra o Marco Zero, foi um dos primeiros locais a serem povoados da cidade, segundo registros do século XVI. A região é predominantemente composta por prédios antigos, que se tornaram imóveis estritamente comerciais e, como parte da expansão natural da região, todos os bairros vizinhos possuem imóveis de mesma característica e, por outro lado, poucos prédios residenciais novos. Dessa forma, considerando que a região hoje se tornou pouco povoada em horários não-comerciais, o centro do Recife sofre com externalidades urbanas (violência, falta de infraestrutura para moradia,

entre outras), que devem afetar negativamente o valor dos imóveis, justificando a preferência do consumidor em morar mais distante (SEABRA; SILVEIRA NETO; MENEZES, 2016).

Como respaldado na literatura referenciada (LESAGE; PACE, 2009; ALMEIDA, 2012; ANSELLIN, 2013), constatou-se que o modelo SEM é o mais indicado para analisar o impacto das variáveis independentes no valor do aluguel, sendo possível fazer uma análise direta dos coeficientes, como acontece no modelo OLS, sendo mais simples do que o modelo SAR, que, além dos efeitos diretos, considera também os efeitos indiretos dos imóveis vizinhos, tornando as estimativas mais complicadas de serem obtidas.

Todas as variáveis estruturais são fortemente significativas para explicar o valor do aluguel, exceto a variável “mobiliado” (significante a 10%). Em particular, a variação de 1 andar de altura impacta em aproximadamente 1% o valor do aluguel. Essa é uma tendência esperada, visto que predomina o clima quente durante o ano e forte concentração e verticalização nas regiões mais valorizadas, como as zonas norte e sul da cidade, levando o consumidor a buscar por andares cada vez mais altos de modo a obter uma melhor circulação do ar e uma vista mais limpa.

Para analisar a área útil, antes é válido apontar uma característica descritiva da pesquisa. Dado que o tamanho médio dos imóveis disponíveis para locação foi de aproximadamente 87m<sup>2</sup>, podendo variar até 140m<sup>2</sup>, dentro de um desvio padrão, observa-se uma considerável redução da média da área dos apartamentos quando comparado ao encontrado nas estatísticas descritivas da pesquisa de Seabra, Silveira Neto e Menezes (2016), com ampla base de dados e área média de 130m<sup>2</sup>, podendo chegar a 210 m<sup>2</sup>, dentro de um desvio padrão, cerca de 50% a mais de diferença. A área útil apresentou um impacto de apenas 0,2% no valor do aluguel por metro quadrado extra no imóvel, o que está dentro do esperado, considerando o nicho do mercado e o tamanho médio negociado.

No modelo, para cada unidade adicional, dormitórios, banheiros e vagas valorizam o aluguel em 8%, 11% e 17%, respectivamente. Naturalmente, um apartamento com maior número de dormitórios, banheiros e vagas deve possuir um valor mais alto de aluguel do que o vizinho com um menor número. De maneira análoga, um consumidor que esteja interessado em alugar um imóvel com mais estrutura também vai estar disposto a pagar mais caro por ele.

Uma característica raramente abordada em modelos que estudam o valor de aluguel dos imóveis é a questão da mobília interna do imóvel. Um apartamento mobiliado tende a ser 8% mais caro do que um imóvel “na planta”. Pela lógica, apartamentos mobiliados disponíveis para locação tendem a ser alugados mais rapidamente. Isso se deve provavelmente aos possíveis perfis do consumidor locador, que opta pelo aluguel ou por estar na região de forma temporária ou porque não possui capital para comprar um imóvel ou ainda porque vê o aluguel como uma oportunidade de investimento.

Sobre as amenidades naturais e urbanas, os resultados indicam que o aluguel se torna aproximadamente 6% mais barato para cada quilômetro de distância da praia e 9% mais barato por quilômetro de distância do Rio Capibaribe, que corta a cidade, cerca de 33% de diferença. Esses resultados levam à conclusão de que há uma preferência do consumidor em morar mais próximo ao rio ao invés de morar próximo à praia. Isso também foi encontrado na pesquisa de Seabra, Silveira Neto e Menezes (2016). De acordo com os autores, uma provável justificativa reside no processo de urbanização da cidade. Enquanto o início do povoamento da zona norte do Recife, próxima ao Rio Capibaribe, é datado a partir do século XVI, a ocupação da zona sul, ou seja, os bairros mais próximos ao litoral, ocorreu a partir de meados dos anos 1920.

A variável distância ao centro, já abordada anteriormente, indica que a cada quilômetro mais distante, o preço de aluguel de um mesmo imóvel varia positivamente em 8%. Algo similar era esperado para as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS). Porém, a variável *dzeis* não foi significativa no modelo, apesar de indicar um impacto positivo à medida que se distancia das ZEIS. A não-significância provavelmente se deu pelo fato que há um grande número de ZEIS georreferenciadas pela Prefeitura do Recife, o que não permitiu uma variação ampla da distância dos imóveis às respectivas ZEIS mais influentes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou os efeitos das características intrínsecas e extrínsecas (amenidades urbanas e naturais) sobre os valores de aluguel nas zonas norte e sul da cidade do Recife, a partir da metodologia espacial de preços hedônicos.

Recife se destaca no mercado de locação da Região Nordeste com o maior valor do metro quadrado médio, a maior valorização do metro quadrado e o segundo maior número de anúncios da região dentre todas as capitais nordestinas para o ano de 2020 (FIPE, 2020). A capital pernambucana também possui notáveis características geográficas, como a forte influência do mar e dos rios, que podem ser observadas ao analisar as zonas norte e sul aqui descritas, na sua formação e no desenvolvimento histórico da cidade.

Este trabalho é um dos poucos a usar dados de locação. A nível nacional, para o estudo deste mercado, são poucos os trabalhos encontrados com este número de variáveis e parte disto se deve ao fato de que os dados não costumam estar disponíveis com facilidade para o público. Desse modo, uma das principais diferenças entre esta pesquisa e as demais citadas é a utilização da metodologia espacial e sua correção à equação do valor do aluguel, juntando-se, assim, aos poucos estudos desse tipo o Brasil, com o diferencial do banco de dados utilizado.

Outro ponto a destacar foi a análise específica de algumas variáveis influenciadoras nos preços de aluguel frente aos resultados de outras pesquisas sobre o mercado de aquisição de imóveis local, permitindo ampliar a discussão a respeito da preferência do consumidor, o que é de interesse dos investidores do ramo.

A maior parte das variáveis se mostrou importante no processo de estimação dos preços de aluguel (exceto as variáveis de vista para o mar, vista para o rio e a de distância às ZEIS). Além disso, as variáveis estruturais tiveram impacto positivo, com destaque para as variáveis de mobília e área útil. A ênfase na variável mobília deve-se ao fato de que esta pesquisa é a primeira a considerá-la nas estimações de um modelo, tendo constatado o impacto significativo na valoração do aluguel.

Dentre as variáveis extrínsecas, ou seja, as amenidades naturais e urbanas, vale ressaltar os sentidos negativos dos impactos das variáveis de distância do litoral, do rio e dos parques, assim como o positivo da variável de distância ao centro. Em geral, elas apontaram de maneira precisa para o posicionamento geográfico, que o consumidor almeja ao procurar um imóvel. Desse modo, é possível constatar uma tendência de concentração nos bairros mais próximos aos pontos de influência. Esse resultado pode servir como subsídio para a Prefeitura do Recife, no sentido de que o plano diretor da cidade seja revisado de forma que a construção de edifícios em terrenos cada vez menores nas áreas aqui analisadas não instigue mais uma amenidade negativa dado um desconforto urbano provocado pelo potencial agrupamento excessivo da população.

Outro resultado a destacar é que o consumidor médio busca o imóvel com a melhor distribuição possível, ou seja, aquele que preenche todas as exigências sem necessariamente tomar como referência o tamanho, visto que um apartamento maior geralmente está associado a custos maiores de aluguel. Essa dedução indica que as empresas do ramo de locação precisam desenvolver mais estudos sobre o tipo de consumidor com quem trabalham e em qual região se localizam.

Como todo trabalho e, particularmente, neste caso em que se busca verificar que variáveis impactam nos preços de locação, surge a limitação referente à confiabilidade e disponibilidade das informações. No caso aqui abordado, beneficiou-se do acesso ao banco de dados de uma imobiliária reputada e consolidada. Esse fato traz à lupa resultados discutidos anteriormente, difíceis de se obter com dados secundários. A disponibilidade de um banco de dados mais amplo, inclusive, com novas variáveis como idade do imóvel, violência na região e condição do imóvel, permitiria a utilização de outros modelos espaciais e a análise de outros efeitos.

Por fim, reconhece-se o viés de seleção na amostra obtida, dado que os investidores que recorreram à Imobiliária Âncora para administrar suas locações tendem a ter mais acesso à educação e à renda,

fatores preponderantes no cálculo do IDH, cujos níveis mais elevados estão nas regiões de estudo. Registre-se, entretanto, que essas limitações não reduzem a importância do trabalho, sugerindo que, quando da disponibilidade de mais informações, os resultados aqui obtidos possam ser refinados.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Eduardo. **Econometria Espacial Aplicada**. 1. ed., Cap. 5, Editora Alínea. Campinas, São Paulo, 2012.
- ANGELO, C.; FÁVERO, L.P.; LUPPE, M. Modelo de preços hedônicos para a avaliação de imóveis comerciais no Município de São Paulo. In: **Revista de Economia e Administração**, v. 3, n. 2, p. 97-110, 2004.
- ANSELIN, L. Spatial econometrics: methods and models. In: **Springer Science & Business Media**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2013.
- ANSELIN, L.; REY, S.J. **Modern Spatial Econometrics in Practice: A Guide to GeoDa, GeoDaSpace and PySAL**. GeoDa Press LLC: Chicago, IL, Estados Unidos, 2014.
- BISHOP, K.; MURPHY, A. Valuing time-varying attributes using the hedonic model: When is a dynamic approach necessary?. In: **Review of Economics and Statistics**, v. 101, n. 1, p. 134-145, 2019.
- COURT, A.T. **Hedonic price indexes with automotive examples. The Dynamics of Automobile Demand**. Nova York, The General Motors Corporation, p. 99-117, 1939.
- CRIBARI-NETO, F.; LIMA, M. New heteroskedasticity-robust standard errors for the linear regression model. In: **Brazilian Journal of Probability and Statistics**, v. 28, n. 1, p. 83-95, 2014.
- DES ROSIERS, F.; THÉRIAULT, M. Rental amenities and the stability of hedonic prices: a comparative analysis of five markets segments. In: **The Journal of Real Estate Research**, v. 12, n. 1, p. 17-36, 1996.
- DANTAS, R.A.; MAGALHÃES, A.; VERGOLINO, J. R. Avaliação de imóveis: a importância dos vizinhos no caso do Recife. In: **Economia Aplicada**, v. 11, n. 2, p. 231-251, 2007.
- DANTAS, R.A.; MAGALHÃES, A.; VERGOLINO, J.R. Um modelo espacial de demanda habitacional para a cidade do Recife. In: **Estudos Econômicos**. v. 40, n. 4, p. 891-916, 2010.
- FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P.; FRANCO DE LIMA, G. Modelos de precificação hedônica de imóveis residenciais na região metropolitana de São Paulo: Uma abordagem sob as perspectivas da demanda e da oferta. In: **Estudos Econômicos**. v. 38, n. 1, p.73-96, 2008.
- FERNANDES, Rosângela Aparecida. Determinantes dos Valores dos Imóveis Residenciais para Locação no Município Histórico de Ouro Preto, Minas Gerais. In: **Revista de Economia Regional Urbana e do Trabalho**. v. 10, n. 1, p. 91-108, 2021.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONOMICAS (FIPE). Índice Fipezap de locação residencial: Informe de Janeiro de 2020. São Paulo, 2020.
- GERAB, F.; CARVALHO, B. M. Modelagem empírica de rentabilidade no mercado de locação de imóveis na cidade de São Paulo/SP utilizando modelos hedônicos e de regressão. In: **Principia**, v. 1, n. 44, p. 45-57, 2019.
- GERARDI, K.; ROSENBLATT, E.; WILLEN, P.; YAO, V. Foreclosure externalities: New evidence. In: **Journal of Urban Economics**, v. 87, p. 42-56, 2015.

- GONZÁLEZ, M. A.; FORMOSO, C. Estimativa de modelo de preços hedônicos para locação residencial em Porto Alegre. In: **Revista Produção**, v. 5, n. 1, p. 65-77, 1995.
- HERMANN, B.M.; HADDAD, E.A. Mercado imobiliário e amenidades urbanas: a view through the window. In: **Estudos Econômicos**, v. 35, n. 2, p. 237-269, 2005.
- IWATA, A.; ALBUQUERQUE, P. H. Métodos e modelos em econometria espacial. Uma Revisão. In: **Revista Brasileira de Biometria**, v. 29, n. 2, p. 273-306, 2011.
- KONG, F.; YIN, H.; NAKAGOSHI, N. Using GIS and landscape metrics in the hedonic price modeling of the amenity value of urban green space: A case study in Jinan City, China. In: **Landscape and Urban Planning**, v. 79, p. 240-252, 2007.
- LANCASTER, Kelvin. A new approach to consumer theory. In: **Journal of Political Economy**, v. 74, n. 2, p. 132-157, 1966.
- LESAGE, J.P.; PACE, R.K. **Introduction to spatial econometrics**, 1. ed., Chapman and Hall/CRC, 2009.
- MENEZES, T.A.; AZZONI, C.R.; MOREIRA, G.R.C. **Diferença em gastos com aluguel entre estados, tipos de área e níveis de renda família no Brasil**. Brasília: IPEA, v. 2, p. 329-346, 2007.
- MILLS, Edwin. Office rent determinants in the Chicago area. In: **AREUEA Journal**, n. 20, p. 273-287, 1992.
- PORTAL de Dados Abertos da Prefeitura do Recife. In: **Portal de dados: Conjunto de dados – Urbanismo**. Disponível em: <http://dados.recife.pe.gov.br/dataset>. Acesso em: 15 dez. 2019.
- PREFEITURA DO RECIFE; PNUD. Atlas do Desenvolvimento Humano no Recife. Recife, 2005.
- REZENDE, Antonio Paulo. **O Recife – Histórias de uma cidade**. 1. ed., Fundação de cultura da cidade do Recife. Recife, Pernambuco, 2002.
- RIBES, J.; IZQUIERDO, L.; RODRÍGUEZ, A.; DEVESA, M. The Rental Prices of the Apartments under the New Tourist Environment: A Hedonic Price Model Applied to the Spanish Sun-and-Beach Destinations. In: **MDPI Economies**, v. 6, n. 23, 2018
- ROSA, V. S.; OLIVEIRA, P. B.; PINTO, R. L. M. Modelos de precificação para locação e venda de imóveis residenciais na cidade de João Monlevade-MG via regressão linear multivariada. In: **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 14, n. 3, p. 151-167, 2019.
- ROSEN, Sherwin. Hedonic prices and implicit markets: Production differentiation in pure competition. **Journal of Political Economy**, v. 82, n. 1, p. 34-55, 1974.
- SEABRA, D.; SILVEIRA NETO, R.; MENEZES, T. Amenidades urbanas e valor das residências: Uma análise empírica para a cidade de Recife. In: **Economia Aplicada**, v. 20, n. 1, p. 143-169, 2016.
- TONG, B.; GUNTER, U. Hedonic pricing and the sharing economy: how profile characteristics affect Airbnb accommodation prices in Barcelona, Madrid, and Seville. In: **Current Issues in Tourism**, 2020.
- TYRVÄINEN, L.; MIETTINEN, A. Property prices and Urban Forest Amenities. In: **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 39, p. 205-223, 2000.
- WON, J.; LEE, J. Investigating how the rents of small urban houses are determined: Using spatial hedonic modeling for urban residential housing in Seoul. In: **MDPI Sustainability**, v. 10, n. 31, 2018.