

POLÍTICAS FUNDIÁRIAS E CIDADES INTELIGENTES: UMA ANÁLISE ESPACIAL DO PREÇO DO SOLO URBANO EM CURITIBA

André Ambrózio Dias*

Augusta Pelinski Raiher†

RESUMO: Este artigo analisa a evolução dos preços de lotes urbanos de 2002 e 2017 da cidade de Curitiba-PR, com o propósito de compreender como as ordenações de zoneamento residencial, equipamentos urbanos e variáveis socioeconômicas afetaram o preço do solo entre as diversas regiões da cidade. Para atingir este objetivo, foi adotado um modelo de preços hedônicos, estimado por meio de uma Regressão Ponderada Geograficamente (RPG). Diferentemente de estudos anteriores, as ordenações de zoneamento residencial não afetaram completamente a geografia curitibana e mesmo quando evidenciado um impacto local, isto representou um efeito negativo para o preço de boa parte dos lotes. Da mesma maneira, os equipamentos culturais, a distância do centro da cidade e as estruturas ambientais causaram, em sua maioria, um impacto negativo para o preço dos lotes. Por outro lado, o valor inicial dos lotes, a expansão comercial e os equipamentos de segurança, foram fatores positivos para o crescimento dos preços durante o período. A estrutura de transporte apresentou um resultado ambíguo. Por fim, equipamentos de saúde e densidade habitacional, variáveis globais do modelo, não apresentaram impacto significativo no crescimento do preço do solo urbano.

Palavras-Chave: Planejamento Urbano; Preços Hedônicos; Regressão Ponderada Geograficamente.

ABSTRACT: This paper analyzes the evolution of urban lots prices of 2002 and 2017 from Curitiba-PR, with the purpose to comprehend how residential zoning ordinances, urban equipments and socioeconomic variables, affected land values among different regions of the city. For achieve this aim, was adopted a model of hedonic prices, estimated by a Geographically Weighted Regression (GWR). Differently of previous studies, residential zoning ordinances didn't affected completely Curitiba's geography and even when evidenced a local impact, it represented a negative effect for a great part of lots prices. In the same manner, cultural equipments, distance from city's downtown and environmental structure caused, mostly, a negative impact for this prices. In other hand, lot's inicial value, comercial expansion and security equipments, were positive factors for increase prices during the period. The transport structure presented an ambiguous result. Finally, health structure and housing density, global variables of the model, didn't represented a significant impact for growth of urban land value.

Keywords: Urban Planning; Hedonic Prices; Geographically Weighted Regression.

Classificação JEL: R2

ÁREA: Questões Urbanas e Metrôpoles

*Mestrando no Programa de Pós Graduação em Economia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).E-mail: andre@dsg.adv.br

†Doutora em Econômica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Professora do Programa de Pós Graduação de Ciências Sociais, do Programa de Pós Graduação em Economia e do Departamento de Economia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).E-mail: apelinski@gmail.com

1 Introdução

Como destacam Duranton e Puga (2004) a formação das cidades é resultado de um *tradeoff* entre economia de aglomeração e os custos de congestionamento urbano. Dentre outras pesquisas que dão suporte ao presente artigo, Baumont et al. (2007) apresentaram estudos sobre a evolução dos preços imobiliários na cidade francesa de Dijon, sendo demonstrado o impacto das políticas urbanas e dos efeitos espaciais na formação da função de preços hedônicos. Já Combes, Duranton e Gobillon (2018) ampliaram a análise para a evolução dos preços de imóveis residenciais e lotes urbanos franceses, estimando a elasticidade dos custos urbanos e o impacto destes na produtividade das aglomerações econômicas do país.

Em perspectiva similar, Glaeser e Gottlieb (2009) destacaram a diferenciação no crescimento das aglomerações econômicas existentes nos Estados Unidos da América. Para tanto, correlacionaram este fenômeno com a elasticidade na oferta habitacional e a precificação dos imóveis, mensurando o impacto destes fatores na produtividade, na renda e composição das regiões metropolitanas analisadas. Já Partridge, Rickman, Ali e Olfert Partridge et al. (2009) sob o paradigma da Nova Economia Geográfica (NEG), realizaram uma análise dos efeitos de transbordamento (*spillovers*) de custos de salários e moradia nos condados rurais e urbanos estadunidenses. Concluíram que tais fatores afetam o desenvolvimento de mercados potenciais e são significativos tanto para a diferenciação do preço de fatores de produção quanto para atração de empresas em áreas urbanas.

Evans (1999) aponta a dificuldade em se mensurar a extensão das deseconomias de aglomeração e externalidades geradas pelo uso desconforme da terra. Assim a implantação de ordenações de zoneamento teriam a pretensão de reduzir o impacto de tais externalidades, sendo difícil encontrar uma área urbana desprovida de um sistema de zoneamento em vigor. Para Pogodzinski e Sass (1991a) a implementação deste tipo de política de uso e ocupação do solo na área urbana apresenta três diferentes razões: i) minimizar o impacto das deseconomias externas por meio de um *zoneamento de externalidades*; ii) excluir famílias mais pobres de determinadas áreas do espaço urbano, com um caráter de *zoneamento exclusionário* e; iii) reduzir a tributação dos atuais residentes para expandir a base tributária relativa às despesas municipais, ou seja, um *zoneamento fiscal*.

Em análise empírica destas hipóteses, Pogodzinski e Sass (1991b) desenvolveram um modelo econométrico de formação de preços hedônicos, com o intuito de mensurar o impacto de regulação de zoneamento na evolução dos preços de imóveis residenciais do Condado de Santa Clara, Califórnia (EUA), compreendendo 11 cidades da região do Vale do Silício. Em comparação com um modelo análogo - que desconsiderava delimitações de zoneamento como elemento na formação do preço implícito de imóveis- constataram que a inserção de variáveis representativas desta condições, além de significativas, impactaram a magnitude e a direção dos efeitos de outras variáveis de características individuais e locais das unidades componentes da amostra.

Já McMillen e McDonald (2002) realizaram uma análise da nova ordem de zoneamento promovida em Chicago (EUA) no ano de 1923 e de seu impacto no crescimento relativo dos preços de lotes urbanos desta cidade. Concluíram que o zoneamento residencial ensejou um crescimento proporcional maior que o comercial no preço relativo do território urbano, no período entre 1921 a 1924. Dentre outras justificativas para este fenômeno, os autores acreditam que o estabelecimento de uma ordenação residencial em determinada região, constitui-se uma garantia de que não existirá futura instalação de comércios ou indústrias, que possam gerar

alguma externalidade negativa na região capaz de afetar a evolução do mercado imobiliário e o preço dos imóveis neste espaço.

Atentos ao espaço urbano do Reino Unido, Du e Mulley (2006) desenvolvem um modelo de Regressão Ponderada Geograficamente (RPG) para analisar a associação entre a acessibilidade ao transporte público e a valorização do solo. Concluíram que a presença desta estrutura promove tanto impactos locais positivos quanto negativos, sugerindo que esta metodologia apresenta uma maior eficácia para capturar particularidades de cada área, se comparados ao modelo clássico de regressão global. Já Lu et al. (2014) exploram o modelo de preços hedônicos utilizando a metodologia RPG, mediante análise de dados imobiliários de Londres, promovendo um estudo de caso à partir de métricas euclidianas e não euclidianas, para identificação de padrões de associação espacial e impacto no valor de compra de unidades imobiliárias da amostra. Os resultados da pesquisa indicam que a calibração da RPG pela adoção de métricas não euclidianas melhoram o ajustamento do modelo, reduzem a autocorrelação espacial dos resíduos e promovem reflexões adicionais para a análise das diversas relações inerentes a distribuição espacial dos coeficientes estimados no modelo de preços hedônicos.

Para a realidade urbana brasileira, faz-se a distinção de alguns estudos. Dantas, Magalhães e Vergolino (2010) estabeleceram um modelo de preços hedônicos para estimar a demanda habitacional do Recife, extraíndo dados sócio-econômicos do Censo 2010, diante de uma amostra de 134 imóveis (apartamentos) objeto de financiamento habitacional no período de junho de 2000 até junho 2002. Foi demonstrada a existência de dependência espacial das variáveis eleitas, além de um melhor ajustamento do modelo pela inclusão de tal dependência na mensuração da elasticidade-preço da demanda no período em análise.

Aguiar, Simões e Golgher (2014) adotam a estrutura de um modelo hierárquico para analisar uma amostra de 127.000 apartamentos extraída do registro de Imposto de Transferência de Bens Imóveis (ITBI) da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, durante o período de Janeiro de 2004 a Julho de 2010. Foram incluídas no primeiro nível características referentes aos imóveis e em um segundo nível, a estrutura de amenidades urbanas presentes na cidade. Concluíram que o modelo apresentava dependência espacial, no qual foi demonstrada que mais de 70% da variação dos preços poderia ser atribuída às variáveis locais e 12% à defasagem espacial destas, promovida pelas localidades vizinhas.

Campos e Almeida (2018) também elegem um modelo hierárquico linear espacial, com intuito de identificar os determinantes na formação dos preços de 9.682 lançamentos de imóveis verticais em São Paulo, no período de janeiro de 1985 até julho de 2012. Constataram que 96,88 % da composição do preço das unidades é decorrente de efeitos implícitos (intra imóvel), segmentadas pelas características (90,13%) e pela localização (6,76%) do imóvel. Já 3,11% da composição pode ser atribuída aos efeitos de adjacência e de vizinhança entre outras unidades, observando-se ainda o efeito de transbordamento espacial (*spillover*) entre imóveis pertencentes a distritos vizinhos na cidade.

Teixeira e Serra (2006) desenvolveram um modelo linear de preços hedônicos, com o objetivo de identificar o impacto da criminalidade no valor da locação de 1.170 apartamentos e 635 casas referentes ao mês de julho de 2004 em Curitiba. Foram eleitas variáveis de controle representativas das características de cada imóvel, assim como de estruturas de equipamentos urbanos das regiões administrativas da cidade. Como *proxies* para mensurar a criminalidade escolheram a taxa de homicídios e de furtos e roubos divulgadas pela Secretaria de Estado da Segurança Pública (SESP). Concluíram que a presença de uma maior criminalidade em certa região afeta negativamente o preço de locação do imóvel e, de modo geral, o impacto de taxa

de furtos e roubos é mais expressivo do que o de homicídios.

Branco e Porsse (2015) também analisaram o município de Curitiba sob a perspectiva do modelo de desenvolvimento urbano "*Central Business District*", com a estimação de modelos de preços hedônicos para apartamentos e terrenos da cidade, considerando o impacto da implantação do sistema *BRT* (*Bus Rapid Transit*) dentro do eixo estrutural de tráfego urbano "Linha Verde". Fez-se a eleição de variáveis representativas de características específicas das unidades, além de vinculação destas à ordenações de zoneamento residencial e proximidade de pontos de parada do sistema público de transporte. O estudo concluiu pela existência de um processo de dependência espacial, no qual a proximidade às linhas e pontos do sistema "BRT" constituem elementos significativos para justificar a variação dos preços de imóveis na área urbana da cidade.

Assim, ao considerar a literatura nacional, não se tem estudos específicos acerca do impacto das políticas de uso e ocupação do solo na evolução dos preços de lotes urbanos. Já no âmbito internacional, são poucos os trabalhos que utilizam a metodologia RPG para mensurar a valorização do preço do solo urbano. Logo, este trabalho pretende preencher tais lacunas e avançar o estudo em um tema relevante tanto para agentes públicos e privados, em sua condição econômica e social.

O trabalho assume como hipótese que a construção destas políticas exige uma análise intertemporal, da realidade posta, permeada por conflitos de interesses transindividuais e daquela que se pretende construir, tendo como premissa o bem estar social. Esta construção, mais do que ter o suporte da coletividade dos atores que compõe a cena urbana, exige a administração da escassez de recursos e instrumentos que vão capitanear a nova geografia da cidade.

Assim, a proposta da metodologia RPG potencializa a análise do espaço em um alto nível de desagregação, dando a possibilidade de investigar de forma minuciosa os fatores de influência em cada unidade da amostra. Indo além, ao demarcar as características de cada região, mais do que apresentar ao gestor público um retrato detalhado da realidade posta, pode realinhar conclusões sobre a alocação dos recursos de forma mais eficiente na renovação da dinâmica urbana. Ademais, ao utilizar RPG, promove-se um controle da heterogeneidade espacial extrema, proporcionado *betas* mais específicos para cada unidade amostral.

Para tanto, traçou-se como objetivo analisar a influência das ordenações de zoneamento residencial, de estrutura de equipamentos urbanos e variáveis sócioeconômicas na evolução dos preços dos lotes urbanos em Curitiba, entre 2002 e 2017. Em um primeiro momento, investigou-se o padrão de distribuição espacial dos preços das unidades ao longo do tempo. Na sequência, buscou-se mensurar o impacto dos fatores mencionados para a evolução desta dinâmica.

Também proposital foi a ordem de apresentação dos objetivos, para refletir o que vem a seguir. Além do já dito, a segunda seção avança na formação do modelo teórico de preços hedônicos e a terceira estabelece tanto a metodologia de análise exploratória como de estrutura do modelo econométrico espacial. A quarta seção apresenta e analisa os resultados. Com a última seção vem as considerações conclusivas.

2 Zoneamento e Preços Hedônicos: Modelo Teórico

Seguindo a proposta de Pogodzinski e Sass (1991b), uma área urbana seria composta por diversos bairros no qual são disponibilizados serviços públicos mediante o correspondente

pagamento de tributos. Assim, consumidores adquirem lotes urbanos e utilizam dos serviços públicos locais.

No modelo de preços hedônicos, cuja estrutura segue análise originária de Lancaster (1966), a composição do custo para aquisição de lotes urbanos é uma função de um conjunto de características

$$E(c_1, \dots, c_n) \equiv \pi_1 c_1 + \dots + \pi_n c_n \quad (1)$$

onde π 's representam as características implícitas do bem e c 's representam as quantidades de tais características.

Nesta perspectiva, consumidores decidiriam a combinação ótima de características que maximizam a função de utilidade sujeita às restrições de orçamento e de zoneamento, assumindo a seguinte forma

$$U(x, c_1, \dots, c_n, y_j; \eta) \quad (2)$$

em que x representa a utilidade particular pelo consumo do bem imóvel, y_j representa o conjunto de bens públicos presentes na região (bairro) e η representa o parâmetro para medir os efeitos de vizinhança na função utilidade. Esta é maximizada sujeita à restrição

$$x + (1 + t_j).E(c_1, \dots, c_n) = Y \quad (3)$$

onde o preço do lote urbano é normalizado para 1, Y representa a receita do consumidor e t_j representaria a tributação sobre a propriedade na região j .

Logo, a regulamentação decorrente das ordenações de zoneamento causaria restrições na cesta de características do bem

$$c_n^{min} \leq c_n \leq c_n^{max} \quad (4)$$

com dois efeitos na escolha ótima por parte do consumidor: i) o tamanho do conjunto de características do bem imóvel e ii) a modificação da escolha de utilidade ótima decorrente da avaliação dos equipamentos urbanos presentes na vizinhança, que o presente modelo adota pela análise da estruturação destes nos bairros de Curitiba.

Pelo lado da oferta, entende-se que os agentes buscam a maximização do lucro sem infringir as limitações impostas pelo zoneamento de determinada região. Na prática, portanto, o zoneamento impõe tanto restrições na perspectiva de características quanto na potencial combinação de insumos para o uso do solo urbano.

Sendo

$$f(c_1, \dots, c_n, L_1, \dots, L_i) = 0 \quad (5)$$

uma função de produção implícita na qual L_i corresponde ao i -ésimo insumo; ressaltando-se que restrições na combinação desta cesta de insumos podem afetar a produção de determinada característica na forma

$$c_k = g_k(L_1, \dots, L_i) \quad (6)$$

Logo, o problema de maximização do lucro pode assumir a representação lagrangeana

dentro das condições de otimização de Kuhn-Tucker:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = E(c_1, \dots, c_n) - \sum_{i \in I} [w_i L_i] + \lambda f(c_1, \dots, c_n, L_1, \dots, L_i) + \sum_{n \in K_d^-} [\lambda_n (c_n^{min} - c_n)] \\ + \sum_{n \in K_d^+} [\lambda_n (c_n - c_n^{max})] + \sum_{k \in K_I} [\lambda_k (g(L_1, \dots, L_i))] \quad (7) \end{aligned}$$

A construção do problema pelo lado da oferta assume uma representação geral na qual o conjunto de K restrições decorrentes do zoneamento são subdivididas em K_I restrições de insumo com maiores K_d^+ ou menores K_d^- níveis de restrição para o desenvolvimento de certas características. Para tanto, considera-se que uma característica - como a limitação do tamanho do lote urbano- seja produzida com a combinação de trabalho, solo urbano e capital¹.

Mesmo que os lotes urbanos da amostra não tenham sido objeto de relações de compra e venda durante o período de análise, a representação do modelo teórico permite captar a influência de ordenações de zoneamento na dinâmica de formação de seus preços. Dentro da dualidade que permeia a relação entre oferta e demanda, fica claro que a restrição imposta pelo gestor público na ocupação e uso do solo afeta a utilidade que consumidores e produtores podem extrair de determinado bem imóvel. Mais do que isso, tais restrições também afetam a avaliação dos próprios gestores na precificação do solo urbano. Com estas premissas, avançou-se na metodologia de pesquisa.

3 Metodologia

Inicialmente, foi feita uma análise exploratória dos dados espaciais da amostra, com o intuito de identificar a existência de autocorrelação espacial na evolução dos seus preços. Isto se manifesta tanto pela formação de *clusters* e padrões de associação espacial em âmbito global e local, como pela potencial correlação de crescimento entre os preços iniciais e finais no período de estudo.

Após, a estimação do modelo econométrico buscou captar a influência das ordenações de zoneamento residencial, de equipamentos urbanos e de variáveis sócioeconômicas para a evolução dos preços dos lotes urbanos em Curitiba. Na sequência, são apresentados os detalhes da estratégia empírica, com alguns resultados preliminares da investigação feita.

3.1 Estratégia Empírica

A construção da amostra referente ao preço dos lotes adotou como referência a Planta Genérica de Valores (PGV) do Município de Curitiba, elaborada pelo Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano de Curitiba (CURITIBA, 2002) a qual é utilizada para a formulação de base de cálculo do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) incidente sobre os imóveis pertencentes à cidade. Como determina a Lei Complementar nº 40 de 2001, que regulamenta a

¹Como advertem Pogodzinski e Sass (1991b) atribuir este tratamento ao modelo permite uma generalização para o caso em que um conjunto de características do imóvel sejam produzidas de forma independente umas das outras. Acredita-se que aderir a este tratamento teórico seja viável para reprodução do modelo apresentado, pois não avança na análise do conjunto de características internas ou das edificações de cada lote urbano da amostra.

tributação municipal, a PGV apresenta o preço dos lotes por metro quadrado (m^2) e deve sofrer o acréscimo de atualização monetária anualmente, sendo passível de edições suplementares mediante observação dos seguintes elementos: i) infraestrutura de cada logradouro; ii) potencial construtivo; iii) tipo de via e iv) edificações.

Quanto às características implícitas do imóvel a serem consideradas na avaliação, tem-se os seguintes fatores: i) área; ii) topografia; iii) testadas; iv) edificações, com seu grau de obsolescência; v) fatores de correção e vi) outros dados que o IPPUC julgue relevantes para determinar o preço do solo urbano. Como já anunciado, trabalhou-se com a evolução dos preços em sua forma mais agregada, deixando de incluir no modelo tais características, o que não implica em desprezar sua importância para o modelo de formação de preços hedônicos, algo já feito por estudos anteriores. Para a análise da alocação geográfica e preços dos lotes urbanos, representada na *Figura 1* adotou-se o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para deflacionar os preços tendo como ano base 2002.

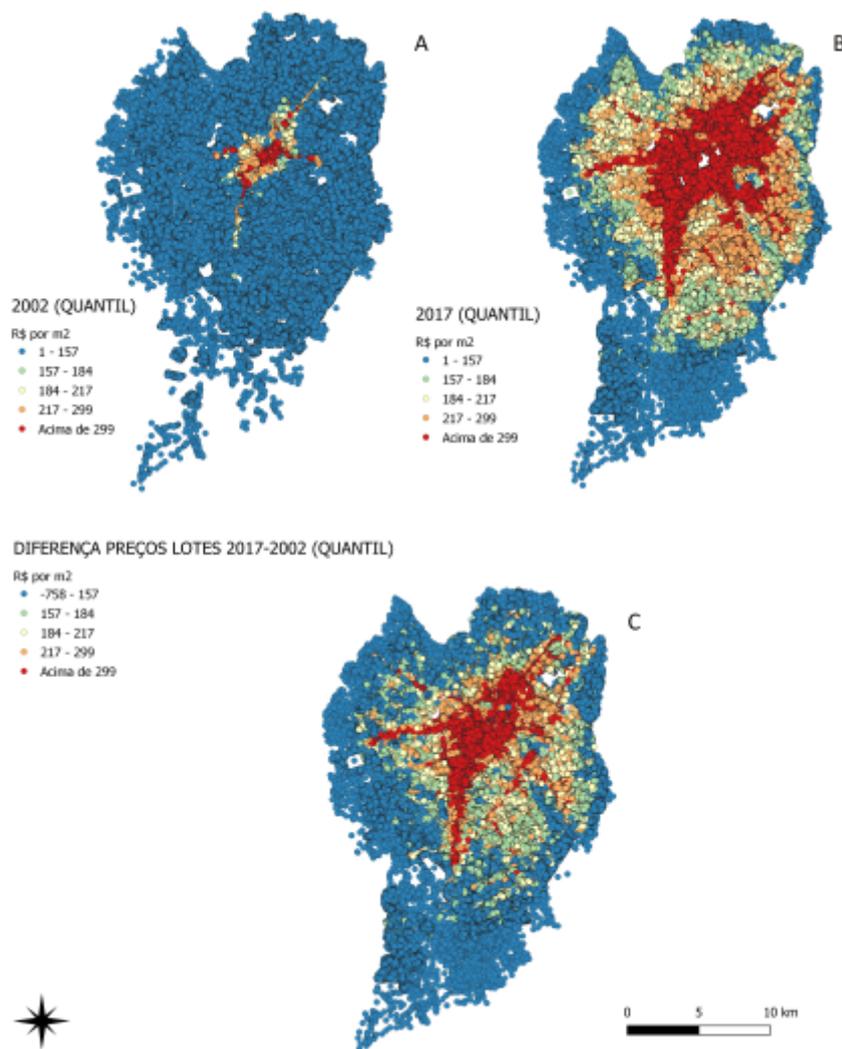


Figura 1: Planta Geral de Valores de 2002 (A) e de 2017 (B) e evolução dos preços (C) dos lotes pelo preço do m^2 em Reais (R\$) de 2002.

Fonte: Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano de Curitiba (IPPUC), organizado pela pesquisa.

Acredita-se que a composição da amostra com dados referentes ao período entre 2002 e 2017 consegue promover a representação satisfatória da atualização dos preços dos lotes urbanos em conformidade com a análise de mercado e com as recentes alterações de política de uso e ocupação do solo. Tendo em vista que a PGV é composta por aproximadamente 300.000,00 unidades, fez-se a escolha aleatória de 1500 lotes distribuídos proporcionalmente entre os 75 bairros existentes na cidade de Curitiba, atendendo ao grau de confiança estatístico de 95% (noventa e cinco por cento) e 3% (três por cento) de margem de erro .

3.2 Modelo Econométrico

A construção do modelo atende ao objetivo de identificar a correlação das ordenações de zoneamento residencial, de estrutura de equipamentos urbanos e de variáveis sócioeconômicas na evolução dos preços dos lotes urbanos em Curitiba. Destacaram-se lotes pertencentes à áreas de zoneamento residencial das demais ordenações com a suposição de que tais áreas ofereceriam maior potencial construtivo e teriam um crescimento proporcional de preços maior que as áreas de utilização diversa.

McMillen e McDonald (2002) elegeram um modelo para identificar se imóveis sob as quais foram implantadas ordenações residenciais apresentariam maior probabilidade de crescimento de preços entre o período de 1921 e 1924. Todavia, Chicago -como outras cidades estadunidenses no período- passou por um processo de reestruturação completa do zoneamento municipal em 1923, no qual foi vedada a existência de estabelecimentos comerciais e industriais em áreas de ordenação residencial. Fica claro que a realidade de Chicago era diferente daquela que se pretende explorar para Curitiba, seja na perspectiva econômica como também de dinâmica urbana. Nesta última, como referenciado na segunda seção, há a possibilidade de desenvolvimento de atividade empresarial em áreas residenciais, que deve estar alinhada com critérios específicos de densidade de ocupação e características da localidade (*Apêndice H*). Assim, o modelo econométrico sofre algumas adaptações estruturais, estimando a variável dependente pelo método de diferenças em diferenças (*dif-dif*):

$$\begin{aligned}
 DIFF_{ij} = & \alpha + \beta_0 ARB_{ij} + \beta_1 CULT_{ij} + \beta_2 DALV_{ij} + \beta_3 DDEH_{ij} + \beta_4 DIST_{ij} \\
 & + DZR_{ij} + \beta_6 SAU_{ij} + \beta_7 SEG_{ij} + \beta_8 TRANS_{ij} + \beta_9 TUR_{ij} \\
 & + \beta_{10} V2002_{ij} + \epsilon_{ij} \quad (8)
 \end{aligned}$$

Onde o subscrito i identifica o lote urbano pertencente ao bairro j sendo i) **DIFF** a variável independente do modelo, representando o crescimento do preço do metro quadrado (m^2) do lote no período de 2002-2017; ii) **ARB** representa a presença de bosques, cemitérios, praças, jardinetes, parques, áreas de preservação da fauna e flora, áreas de descarte de resíduos sólidos e usinas de reciclagem no bairro j ; iii) **CULT** representa a presença de equipamentos culturais, dentre os quais bibliotecas, espaços e centros culturais, cinemas, memoriais, museus e teatros no bairro j ; iv) **DALV** representa o crescimento em números absolutos de estabelecimentos comerciais e industriais entre 2002-2017, tendo-se como referência o número de alvarás expedidos pela Prefeitura Municipal de Curitiba no período; v) **DDEH** representa o crescimento da densidade habitacional no bairro j no período, considerando os dados do Censo Demográfico (IBGE, 2010); vi) **DIST** representa a distância euclidiana do lote urbano do marco zero da Cidade Curitiba, estimada em quilômetros; vii) **DZR** representa a variável *dummy* com valor "1" caso o lote esteja em área de zoneamento residencial e "0" caso contrário; viii) **SAU**

representa a presença de estabelecimentos de saúde, dentre os quais Centros de Atenção Psicossocial (CAPES), Centros de Especialidades Médicas e Odontológicas, Hospitais, Unidades de Pronto Atendimento (UPA) e Unidades de Saúde; ix) **SEG** representa a presença de equipamentos de segurança, dentre os quais Postos de Bombeiros, das Forças Armadas, Guardas Municipais além de Departamento de Polícias Civil, Militar e Federal; x) **TRANS** representa a presença de Pontos de Parada e de Terminais de Transporte Público; xi) **TUR** representa a presença de equipamentos de turismo, dentre os quais feiras livres, locais de hospedagens e postos de informações turísticas; xii) **V2002** representa o preço do metro quadrado (m^2) dos lotes urbanos da amostra em 2002 e xiii) ϵ_{ij} representa o termo de erro idiossincrático.

Os dados referentes as variáveis independentes relacionadas ao preço dos lotes e estrutura de equipamentos urbanos presentes na cidade (**ARB, CULT, DZR, SEG, SAU, TUR e TRANS**) tiveram como fonte o Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano de Curitiba (IPPUC). Já os dados relacionados ao crescimento da atividade empresarial foram extraídos junto a Prefeitura Municipal de Curitiba.

Para além do já apresentado na seção introdutória, a escolha da Regressão Ponderada Geograficamente (RPG) deu-se pela sua capacidade de atribuir coeficientes locais para cada unidade da amostra e analisar a possível influência tanto das unidades vizinhas como das estruturas de equipamentos urbanos e de ordenações de zoneamento representadas nas variáveis independentes do modelo. Em comparação com os modelos de análise global, acredita-se que a RPG possibilita uma análise mais rica, tanto para identificar a existência da heterogeneidade espacial, como para compreender o impacto regional de determinados fatores na evolução do objeto de estudo, que neste caso é o preço do solo urbano. Satisfeitas estas premissas, os resultados parecem ser mais promissores para estabelecerem as bases de reformulação das políticas fundiárias e outras correlatas ao planejamento urbano.

Assim, a incorporação do espaço apresenta a seguinte especificação no modelo semiparamétrico representado em (8) :

$$DIFF_{ij} = \sum_k \beta_k(u_{ij}, v_{ij})x_{k,ij} + \sum_l \gamma_l z_{l,ij} + \epsilon_{ij} \quad (9)$$

Neste, $\sum_k \beta_k(u_{ij}, v_{ij})$ representa o somatório dos k coeficientes locais das x variáveis independentes do modelo, georreferenciados pelo sistema de coordenadas x e y e vinculados aos lotes com localização (u_{ij}, v_{ij}) . Já $\sum_l \gamma_l z_{l,ij}$ representa o somatório dos l coeficientes fixos globais γ vinculados às $z_{l,ij}$ variáveis independentes do modelo. Ainda, ϵ_{ij} representa o termo de erro gaussiano do lote i vinculado ao bairro j .

Como destacam Fotheringham, Brunson e Charlton (2003), diante da possibilidade de variação dos coeficientes ao longo da área de estudo, o modelo RPG promove uma calibração pontual destes considerando uma determinada área de influência. Desta maneira, ao redor de cada ponto, representado pelos lotes da amostra, é estabelecida uma área de vizinhança que mensura as relações inerentes a cada unidade. Cada conjunto de coeficientes é estimado pelo método de mínimos quadrados ponderados, representado pela seguinte matriz

$$\hat{\beta}_i = (X^T W_{(u_i, v_i)} X)^{-1} X^T W_{(u_i, v_i)} y \quad (10)$$

onde X é a matriz de variáveis independentes com uma coluna 1 para o intercepto, y é o vetor da variável dependente ($DIFF_{ij}$); $\hat{\beta}_i = (\beta_{i0}, \dots, \beta_{im})^T$ é o vetor com $m+1$ coeficientes locais da regressão e $W_{(u_i, v_i)}$ representa a matriz diagonal que faz a ponderação geográfica da de cada

unidade i observada.

A ponderação dos pesos em $W_{(u_i, v_i)}$ é calculada por uma função kernel com base na proximidade entre o lote i e os N lotes no seu entorno. Pela heterogeneidade da distribuição das unidades da amostra e da densidade dos atributos a estas vinculados, escolheu-se uma estrutura de *função kernel adaptativa bi quadrada* que segundo McMillen e Redfearn (2010) se mostra adequada para a estimação de modelos hedônicos.

Esta largura ótima é encontrada por critérios de avaliação de ajustamento do modelo, como o escore de validação cruzada (*Cross Validation-CV*) e o Critério de Informação Akaike (*Akaike Information Critérion-AIC*). Por este último se busca ajustar o *tradeoff* entre o grau de predição do modelo e sua complexidade. Isto tem reflexo na avaliação do modelo RPG pela utilização de uma versão corrigida do Critério de Informação Akaike (*AICc*) adequada em função do tamanho da amostra. Vale considerar que diante da lógica inerente ao modelo RPG, um aumento na largura da banda da função kernel implica em uma redução do tamanho da amostra. Assim, o critério *AICc* constitui um instrumento de penalização para a complexidade do modelo, o que aumenta diante da escolha de uma menor largura de banda para análise das unidades da amostra.

Ademais, os coeficientes estimados para as variáveis independentes do modelo podem ter tanto um caráter global como local. Este último é revelado após a aplicação do Teste de Monte Carlo, sob a hipótese nula de que os coeficientes são estáveis espacialmente. Diante deste teste de variabilidade dos coeficientes, as variáveis tidas como locais são aquelas que rompem com a hipótese nula, demonstrando-se estruturalmente instáveis.²

Ainda, a eleição entre o modelo clássico de regressão linear - de coeficientes globais - e o modelo RPG deve ser guiada pelos resultados do Teste ANOVA. Este segue a distribuição F , sob a hipótese nula de que o modelo RPG não promove uma melhora de resultados e de ajustamento se comparado ao modelo clássico³.

4 Curitiba: Um olhar panorâmico sobre o preço do solo urbano

A análise da evolução espacial demonstra que houve uma expansão de preço do solo urbano ao longo dos eixos norte-sul e leste-oeste da cidade, persistindo uma predominância de lotes com maior valor agregado na porção centro-norte de Curitiba (*Figura 1.C*). Ainda é evidenciada uma aglutinação de lotes com maior crescimento de preços em regiões próximas destes novos eixos de expansão urbana. Por outro lado áreas periféricas e de divisa com outros municípios, principalmente na região sul, parecem concentrar progressivamente lotes com menor valor agregado.

Pelo Teste *I de Moran*⁴ foi evidenciado um padrão de associação global positivo de

²Os resultados do Teste de Monte Carlo encontram-se no Apêndice F

³Os resultados do Teste ANOVA encontram-se no Apêndice C

⁴A estatística *I de Moran* representa um coeficiente de associação linear do tipo produto cruzado e padronizado pela análise de dois termos: a variância dos dados relacionados à variável interesse y_i e o grau de interação entre n unidades espaciais i e j , seguindo um critério de vizinhança -geográfico ou socioeconômico- estabelecido por uma matriz de pesos espaciais W , que podem ser *binárias* e de *distância*. Como resultado a estatística pode apontar a existência de uma autocorrelação espacial *positiva* que revela similaridade entre os valores do atributo estudado e a localização espacial deste, ou uma autocorrelação espacial *negativa* que pressupõe uma dissimilaridade entre estes

distribuição espacial dos preços. Logo, lotes com maiores preços em 2002 e 2017 estavam envoltos, na média, por lotes que seguiram o mesmo padrão ao longo do tempo. Da mesma maneira, lotes com menores preços em 2002 e 2017 detinham vizinhos com igual condição. Pela análise dos resultados apresentados pode-se observar que no decorrer do tempo, independente da convenção que se usou, os coeficientes do Teste *I de Moran* se elevaram.⁵

Este fenômeno indica não só a existência de uma padrão de concentração espacial do preço do solo urbano em Curitiba, mas uma intensificação dessa condição, agrupando mais lotes com similares preços no seu envoltório. Como apontado, em relação ao crescimento do preço destes lotes também se verificou um padrão de concentração espacial. Assim, áreas com crescimento dos preços dos lotes mais elevados tenderam a aglutinar na sua vizinhança lotes com similar característica. Vale dizer que os valores iniciais das unidades foram determinantes para demarcar a trajetória de crescimento destes durante o período de estudo.

De certo modo, a *Figura 1* já apresentou indícios desta conclusão. Desta maneira, a mera comparação espacial entre as áreas que apresentaram maior evolução de preços com as sucessivas delimitações legais de uso do solo urbano impostas ao longo do tempo, não permite uma linha de causalidade assertiva. Isto sugere que as ordenações de zoneamento coexistem dentro das diversas regiões da cidade, mesmo diante da predominância geográfica de alguns setores ao longo de eixos de conexão intermunicipal.

Assim, para de fato mensurar a relação existente entre as ordenações de zoneamento residencial, estrutura de equipamentos urbanos e variáveis sócioeconômicas na evolução dos preços dos lotes urbanos em Curitiba, o modelo econométrico foi estimado atendendo as especificidades da RPG.

Inicialmente, fez-se a estimação do modelo para identificar se esta alternativa atenderia à expectativa de um melhor ajustamento do modelo em comparação com o modelo de análise global (*Tabela 1*).

Tabela 1: Resultados para o modelo via regressão global (MQO) e via RPG utilizando função kernel com banda adaptativa

	Largura de Banda	R^2	AIC_c	Redução AIC_c
MQO	—	0.6153	16986.87	—
RPG	215.000	0.7675	16306.12	680.75

Fonte: Resultados da Pesquisa

Com base no modelo global (*Tabela 2*) identificou-se a significância média das variáveis SAU, TUR E DDEH sobre a diferença de preço dos lotes da amostra, ressaltando-se que apenas estas se apresentaram com características globais, conforme *Apêndice F*.

Acredita-se que a estrutura turística de Curitiba, permeada por elementos paisagísticos, parques, bosques e ainda maior densidade de patrimônios históricos, possa impor maiores

fatores. A associação espacial entre as unidades pode ter i) um caráter global, diante de uma região que apresente determinado padrão na evolução da variável de interesse; ii) um caráter local, identificando-se padrões locais de formação de *clusters* e *outliers* e ainda iii) um caráter multivariado, decorrente da análise do padrão de evolução espacial de mais de uma variável de interesse, seja em perspectiva global ou local. Efetivaram-se análises sob estas três perspectivas, seja do padrão global e local de associação espacial dos preços dos lotes de Curitiba em 2002 e 2017, além da autocorrelação do crescimento destes ao longo do tempo, considerando o valor inicial das unidades (maiores detalhes ver Almeida (2012) e Anselin (2013)).

⁵Os resultados do Teste *I de Moran* são encontrados no Apêndices A

Tabela 2: Coeficientes Globais

VARIÁVEL	ESTIMATIVA	DESVIO PADRÃO	TESTE <i>t</i>
SAU	5.154603	9.583533	0.537860
TUR	-66.994044	8.683165	-7.715394*
DDEH	4.251421	2.342157	1.815173

Fonte: Resultados da Pesquisa

Nota: (*) representa coeficiente significativo ao nível de 5% (cinco por cento)

restrições a plena exploração do potencial construtivo do solo. Este aspecto poderia justificar seu impacto negativo para um maior crescimento no preço dos lotes vinculados à bairros permeados por uma maior quantidade de equipamentos desta natureza.

Por outro lado, foi rechaçada a hipótese de que uma maior densidade habitacional pode estar conectada com a valorização do solo, mediante redistribuição da população local em novos eixos de ocupação, destinados ao desenvolvimento de uma maior intensidade econômica. De igual maneira, a estrutura de equipamentos de saúde, seja da rede pública e particular, não se mostrou significativa para incrementar valor ao preço dos lotes da amostra. Nesta perspectiva, considera-se a hipótese de que uma maior exploração do potencial construtivo do solo urbano, pode ter se dado para uso não residencial assim como a possibilidade de oferta de empreendimentos imobiliários verticalizados, de maior valor agregado, não encontrar correspondência direta com a densidade habitacional dos bairros de Curitiba.

Na sequência as *Figuras 2 e 3* apresentam a distribuição geográfica dos *betas* das variáveis de influência local. Pelos resultados, pode-se concluir que o preço inicial dos lotes urbanos em 2002, apresentou em diferentes gradações um impacto significativo e positivo na valorização real destes ao longo do período de estudo (*Figura 2.B*). A distribuição espacial sugere que a valorização do solo urbano foi descentralizada acompanhando um projeto de expansão de eixos de conexão com os demais municípios da região metropolitana.

Já a *Figura 2.A* apresenta o impacto local das ordenações de zoneamento residencial e sugere um resultado diverso ao estudo de McMillen e McDonald (2002). Neste, a adoção de zoneamentos residenciais foi um instrumento importante para o crescimento do preço dos imóveis em Chicago. Já em Curitiba, o pertencimento a uma área de zoneamento residencial resultou em um impacto negativo na evolução do preço de uma parcela significativa dos lotes da amostra. Aqui, a região central da cidade demonstrou maior sensibilidade a esta condição, o que pode estar associado à grande concentração de atividades e funções urbanas, podendo apresentar menor potencial construtivo ou edificações com maior grau de obsolescência. Ademais esta região compõe o berço do patrimônio histórico e cultural da cidade (*Figura 2.D*), o que reforça um impacto local negativo para uma maior expansão do uso do solo urbano.

Indo além, o impacto da distância do centro de Curitiba, mesmo quando negativo, reduziu-se de forma gradativa para os lotes situados em regiões fronteiras e próximas das áreas de conexão com cidades vizinhas (*Figura 3.A*). A distribuição espacial do impacto desta variável conjugada com a análise dos lotes que apresentaram maior valorização em virtude seu respectivo preço inicial (*Figura 2.B*), parece reforçar a pretensão do gestor público em descentralizar a exploração do uso intensivo do solo urbano. Vale destacar nesta perspectiva o impacto positivo em lotes da região sul da cidade, na área de influência do eixo de conexão da Cidade Industrial com os pólos da *Operação Consorciada Linha Verde*.

Ademais, o pertencimento a uma região com crescimento de densidade comercial e in-

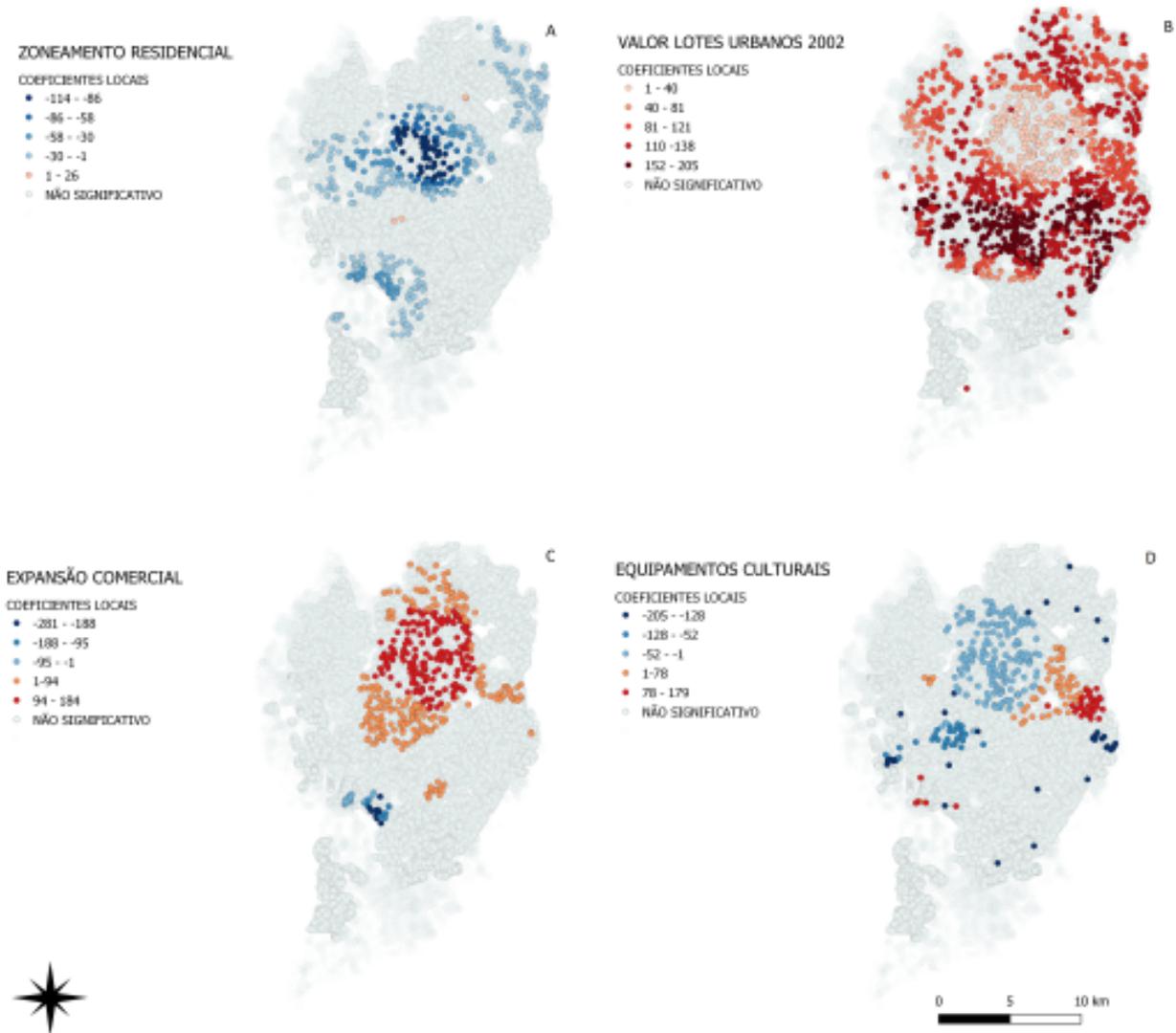


Figura 2: Distribuição espacial do impacto local de ordenações de zoneamento residencial (A), preço inicial dos lotes da amostra (B), expansão da atividade comercial (C) e presença de equipamentos culturais (D)

Fonte: Resultados da Pesquisa

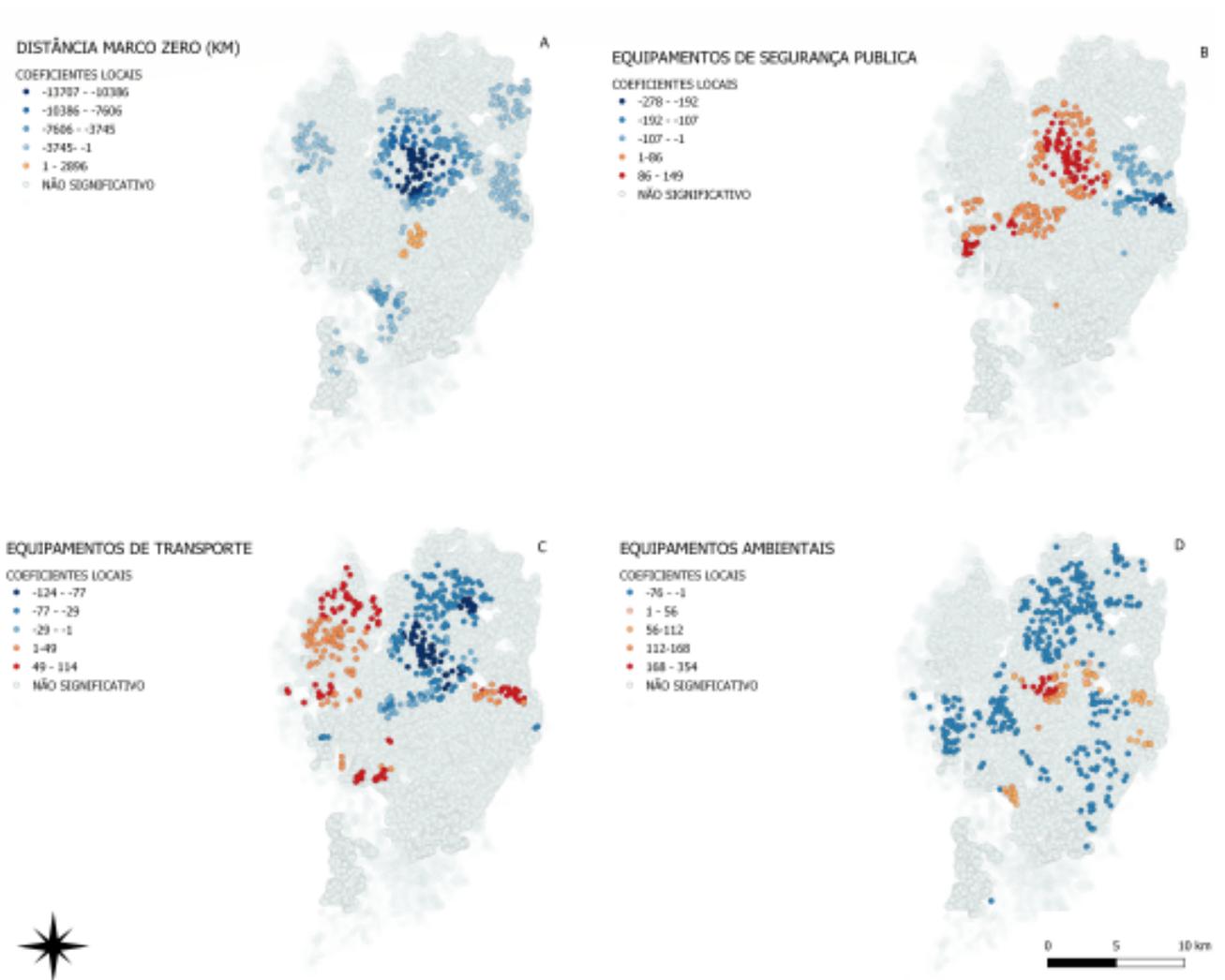


Figura 3: Distribuição espacial do impacto local promovido pela distância dos lotes em relação ao marco zero da cidade (A), além de estrutura de segurança (B), transporte público (C) e de equipamentos ambientais (D)

Fonte: Resultados da Pesquisa

dustrial apresentou impacto local positivo para uma quantidade significativa de lotes ao longo do período de estudo (*Figura 2.C*). Mesmo diante da importância da região centro-norte na concentração da oferta de produtos e serviços, o resultado sugere que a estratificação do zoneamento municipal com a inclusão de novas ordenações, como zonas de serviços, industriais e de usos mistos, possa ter influenciado a realocação dos setores de atividade econômica como parte integrante do processo de ocupação ao longo dos eixos de adensamento urbano.

Ainda, um maior aparelhamento na estrutura de segurança pública mostrou-se relevante para a valorização local de boa parte dos lotes urbanos ao longo do período (*Figura 3.B*), o que pode representar uma convergência para os resultados obtidos por Teixeira e Serra (2006) sob a hipótese de que estes aparelhos atingem a finalidade de redução da criminalidade local. Por outro lado, o impacto negativo do adensamento desta estrutura na evolução dos preços dos lotes da região centro-leste pode estar associado à proximidade de setores de transição, relacionados à *Operação Consorciada Linha Verde*, além de *Setores de Habitação de Interesse Social*. Em tais áreas, a presença da estrutura de segurança pública, pode se pautar a evitar a expansão de ocupações irregulares e estar associada a um controle na exploração do uso do solo para atividades de maior valor agregado.

Mesmo que na região central da cidade a arborização possa representar um elemento paisagístico, incrementando, teoricamente, a valorização do solo urbano, uma maior presença de estruturas ambientais mostrou impacto negativo para a expansão do preço de uma parcela significativa dos lotes da amostra (*Figura 3.D*). Acredita-se que isto pode ser justificado pela vinculação destes à bairros com maior concentração de Unidades de Conservação Ambiental -representada por praças, bosques e jardins- além de Áreas de Proteção Ambiental (APA) e setores que tenham um menor potencial construtivo, com um regime diverso de ocupação, como os setores de transição da *Operação Consorciada Linha Verde* e ainda *Zonas Residenciais de Ocupação Controlada*.

Já a presença de equipamentos de transporte público demonstrou relevância local, entretanto seus impactos foram distintos ao longo da estrutura urbana (*Figura 3.C*). Enquanto a região centro-norte se mostrou impactada de forma negativa, a presença de transporte público na porção noroeste da cidade, assim como nos eixos leste e oeste, foi um fator importante para promover uma valorização local do solo. Deve-se ressaltar a importância destes equipamentos para conexão com os demais municípios da região metropolitana, como também para a expansão do *Setor Especial Comercial* e para a *Zona Residencial de Santa Felicidade*, que consolidam um importante pólo turístico e de serviços para a cidade.

5 CONCLUSOES

O objetivo do estudo foi promover uma análise do impacto econômico das alterações promovidas na regulamentação fundiária da cidade de Curitiba, tendo como variável de principal interesse o crescimento do preço dos lotes urbanos durante o período de análise. O desenvolvimento da pesquisa deu ênfase à análise de ordenações de zoneamento e estrutura de amenidades e equipamentos urbanos. Partiu-se da premissa lançada em estudos anteriores de que estes elementos eram relevantes para compreender a dinâmica do desenvolvimento de aglomerações econômicas e mensurar a qualidade do espaço geográfico. Reforça-se o entendimento de que eles representam apenas uma fração dos elementos que justificaria a evolução do preço dos lotes urbanos dentro do modelo de formação de preços hedônicos. Assim um possível avanço do estudo passa pela disponibilização de dados como área, presença de edificações, potencial

construtivo e infraestrutura intrínseca de cada unidade da amostra. Sem dúvida, tais fatores que são objeto de avaliação do gestor de políticas públicas, podem contribuir para um melhor ajustamento do modelo econométrico.

Dentre as pesquisas utilizadas como referência para o presente artigo, foi constatada que a presença de zoneamentos residenciais impactaram de forma positiva no evolução dos preços imobiliários dentro do espaço urbano, algo que no presente estudo foi rechaçado. Esta contrariedade, contudo, deve ser analisada com cautela. Pela estrutura dada a política de uso e ocupação do solo em Curitiba, conjugada com os resultados apresentados, sugere-se uma associação entre os recortes de zoneamento implantados e a alocação de estrutura de equipamentos urbanos de cada um dos bairros da cidade. Como visto, esta aliança trouxe impactos positivos e negativos distribuídos de forma heterogênea nas áreas que são representadas pelos lotes da amostra. Dada a metodologia eleita, o que se pode afirmar é que a evolução do preço do solo é resultado de uma série de elementos urbanos presentes na localidade. Assim, mesmo diante da vinculação de certo lote à ordenação residencial, a evolução de seu preço deve ser analisada sob as lentes destes outros elementos que o circundam.

Parece-nos que a reestruturação da política fundiária, com a evolução do espaço geográfico das cidades, deu maior flexibilidade e abrangência às políticas de zoneamento urbano. No caso de Curitiba, tais modificações foram resultado de sucessivas alterações de regime jurídico. O recorte temporal do estudo dá ênfase às mudanças originadas pela criação do *Estatuto das Cidades* e implementadas na esfera municipal pelas revisões do *Plano Diretor*, assim como das Leis de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo.

Logo, seria prematuro afirmar que as alterações da política de zoneamento de Curitiba possam ser caracterizadas meramente como *zoneamento de externalidades*, *zoneamento excludente* ou *zoneamento fiscal*. É inegável que uma maior sofisticação dos instrumentos de política urbana garante ao gestor público a possibilidade de atuação interdisciplinar. Neste sentido a estratificação das ordenações de zoneamento, para atribuir contornos à ocupação do espaço urbano, atende múltiplos interesses, com economias e deseconomias de escala e externalidades de impacto público e privado.

Desta maneira, pensa-se que o estudo tenha apresentado uma nova perspectiva para a análise do impacto da gestão de políticas fundiárias. Mesmo diante das críticas que se possam sustentar em relação à abordagem proposta pela metodologia RPG ela se mostrou útil para desvendar as pegadas deixadas pelo gestor público na expansão do uso e ocupação do solo urbano de Curitiba. Ainda que a evolução dos preços dos lotes seja uma boa ferramenta para demarcar esta trilha, antecipar o seu avanço demanda ir além das fronteiras geográficas da cidade.

Por fim, acredita-se que com a evolução das aglomerações econômicas, como no caso de Curitiba, o resultado do *tradeoff* entre economia de aglomeração e custos de congestionamento urbano, seja compartilhado com toda a região metropolitana.

Referências

AGUIAR, M. Moreira de; SIMÕES, R.; GOLGHER, A. B. Housing market analysis using a hierarchical–spatial approach: the case of belo horizonte, minas gerais, brazil. *Regional Studies, Regional Science*, Taylor & Francis, v. 1, n. 1, p. 116–137, 2014.

- ALMEIDA, E. *Econometria espacial aplicada*. [S.l.]: Editora Alínea, 2012.
- ANSELIN, L. *Spatial econometrics: methods and models*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2013. v. 4.
- BAUMONT, C. et al. Neighborhood effects, urban public policies and housing values: a spatial econometric perspective. *Université de Bourgogne*. Disponível em <http://leg2.u-bourgogne.fr/documents-de-travail/e2007-09.pdf>, 2007.
- BRANCO, J. R.; PORSSE, A. A. Análise de preços hedônicos para o município de Curitiba: impactos da linha verde (brt). 2015.
- CAMPOS, R. B. A.; ALMEIDA, E. S. d. Decomposição espacial nos preços de imóveis residenciais no município de São Paulo. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, SciELO Brasil, v. 48, n. 1, p. 5–38, 2018.
- COMBES, P.-P.; DURANTON, G.; GOBILLON, L. The costs of agglomeration: House and land prices in French cities. *The Review of Economic Studies*, Oxford University Press, v. 86, n. 4, p. 1556–1589, 2018.
- CURITIBA. Instituto de pesquisa e planejamento urbano. dados geográficos. In: _____. *Dados Geográficos*. Curitiba, 2002. Disponível em: (<http://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>). Acesso em: 10 ago. 2019.
- DANTAS, R. A.; MAGALHÃES, A. M.; VERGOLINO, J. R. d. O. Um modelo espacial de demanda habitacional para a cidade do Recife. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, SciELO Brasil, v. 40, n. 4, p. 891–916, 2010.
- DU, H.; MULLEY, C. Relationship between transport accessibility and land value: Local model approach with geographically weighted regression. *Transportation Research Record*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 1977, n. 1, p. 197–205, 2006.
- DURANTON, G.; PUGA, D. Micro-foundations of urban agglomeration economies. In: *Handbook of regional and urban economics*. [S.l.]: Elsevier, 2004. v. 4, p. 2063–2117.
- EVANS, A. W. The land market and government intervention. *Handbook of regional and urban economics*, Elsevier, v. 3, p. 1637–1669, 1999.
- FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2003.
- GLAESER, E. L.; GOTTLIEB, J. D. The wealth of cities: Agglomeration economies and spatial equilibrium in the United States. *Journal of Economic Literature*, v. 47, n. 4, p. 983–1028, 2009.
- IBGE, I. Censo demográfico 2010. *IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, 2010.
- LANCASTER, K. J. A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, The University of Chicago Press, v. 74, n. 2, p. 132–157, 1966.
- LU, B. et al. Geographically weighted regression with a non-Euclidean distance metric: a case study using hedonic house price data. *International Journal of Geographical Information Science*, Taylor & Francis, v. 28, n. 4, p. 660–681, 2014.

MCMILLEN, D. P.; MCDONALD, J. F. Land values in a newly zoned city. *Review of Economics and Statistics*, MIT Press, v. 84, n. 1, p. 62–72, 2002.

MCMILLEN, D. P.; REDFEARN, C. L. Estimation and hypothesis testing for nonparametric hedonic house price functions. *Journal of Regional Science*, Wiley Online Library, v. 50, n. 3, p. 712–733, 2010.

PARTRIDGE, M. D. et al. Agglomeration spillovers and wage and housing cost gradients across the urban hierarchy. *Journal of International Economics*, Elsevier, v. 78, n. 1, p. 126–140, 2009.

POGODZINSKI, J. M.; SASS, T. R. Measuring the effects of municipal zoning regulations: a survey. *Urban Studies*, Sage Publications Sage UK: London, England, v. 28, n. 4, p. 597–621, 1991.

POGODZINSKI, J. M.; SASS, T. R. Zoning and hedonic housing price models. *Journal of Housing Economics*, Elsevier, v. 1, n. 3, p. 271–292, 1991.

TEIXEIRA, E. C.; SERRA, M. A. O impacto da criminalidade no valor da locação de imóveis: o caso de Curitiba. *Economia e Sociedade*, v. 15, n. 1, p. 175–207, 2006.

Apêndices

Apêndice A: Teste Difuso I de Moran Global e Global

Teste I de Moran Global, após 999 permutações

I DE MORAN	RAINHA	TORRE	4 VIZINHOS	10 VIZINHOS
2002	0.5128	0.5128	0.5766	0.5372
2017	0.5391	0.5391	0.6020	0.5716
DIF-2002	0.5101	0.5101	0.5763	0.5527

Fonte: Resultados da Pesquisa

Teste I de Moran Local, após 999 permutações

I DE MORAN	RAINHA	TORRE	4 VIZINHOS	10 VIZINHOS
2002	0.5128	0.5128	0.5766	0.5533
2017	0.5391	0.5391	0.6020	0.5679
DIF-2002	0.5101	0.5101	0.5763	0.5527

Fonte: Resultados da Pesquisa

Apêndice B: Resultados para o modelo de regressão global e RPG.

	Largura de Banda	R^2	AIC_c	Redução AIC_c
MQO	—	0.6153	16986.87	—
RPG	215.000	0.7675	16306.12	680.75

Fonte: Resultados da Pesquisa

Apêndice C: Teste ANOVA

FONTE	S.Q	G.L	Q.M	F
RESÍDUOS GLOBAIS	7148589.480	1488		
AJUSTAMENTO RPG	3206011.129	118.741	26999.967	
RESÍDUOS RPG	3942578.352	1369.259	2879.352	9.377097

Fonte: Resultados da Pesquisa

Apêndice D: Coeficientes Globais

VARIÁVEL	ESTIMATIVA	DESVIO PADRÃO	TESTE <i>t</i>
SAU	5.154603	9.583533	0.537860
TUR	-66.994044	8.683165	-7.715394*
DDEH	4.251421	2.342157	1.815173

Fonte: Resultados da Pesquisa

Nota: (*) representa coeficiente significativo ao nível de 5% (cinco por cento)

Apêndice E: Estimação dos coeficientes do modelo de regressão global

VARIÁVEL	COEFICIENTE	DESVIO PADRÃO	TESTE T
	194.187671	1.789664	108.505125
DZR	-4.238196	1.946919	-2.176874
CULT	-4.276008	3.217928	-1.328808
SAU	-29.59568	5.276341	-5.609129
TRANS	1.791857	3.148658	0.569086
SEG	0.066141	3.379549	0.019571
ARB	-32.484372	3.599738	-9.024094
DALV	61.719431	5.05786	12.202677
DIST_KM	0.73195	1.793853	0.408033
V2002	76.474164	2.746238	27.846882
TUR	-29.937336	3.61989	-8.270233
DDEH	-1.734847	1.881202	-0.922201

Fonte: Resultados da Pesquisa

Apêndice F: Teste de Monte Carlo para análise da variabilidade local dos coeficientes

VARIAVEL	<i>DIFF OF CRITERION</i>
INTERCEPTO	-82.499000
DZR	-126.774837
CULT	-20.188366
SAU	9.533824
TUR	7.392377
TRANS	-6.035735
SEG	-17.175749
DDEH	9.942899
ARB	-0.429774
DALV	-6.271760
DIST_KM	-28.853341
V2002	-258.588013

Fonte: Resultados da Pesquisa

Nota: Um valor positivo do *Diff Of Criterion*, em especial superior a 2, sugere a inexistência de variabilidade espacial entre os modelos global e local para estimação das variáveis independentes da regressão.

Apêndice G: Estatística Descritiva

VARIÁVEL	MINIMO	1º QUARTIL	MEDIANA	MÉDIA	3º QUARTIL	MÁXIMO
CULT	0.00	0.00	0.00	1.65	2.00	35.00
SAU	0.00	2.00	5.00	6.06	8.00	22.00
TUR	0.00	0.00	1.00	2.69	3.00	99.00
TRANS	0.00	1.00	6.00	7.55	12.00	42.00
SEG	0.00	2.00	4.00	7.34	12.00	47.00
ARB	0.00	0.00	1.00	1.14	1.00	7.00
DDEH	-27.53	1.79	3.18	3.67	5.44	46.43
DALV	-4.00	81.75	202.00	235.05	242.00	1251.00
DIST_KM	0.20	5.01	7.24	11.86	9.27	19.91
V2002	12.00	39.00	49.00	72.29	77.00	927.00
DIFF	29.91	135.31	161.03	194.59	214.36	1556.54

Fonte: Resultados da Pesquisa

Apêndice H: Mapas

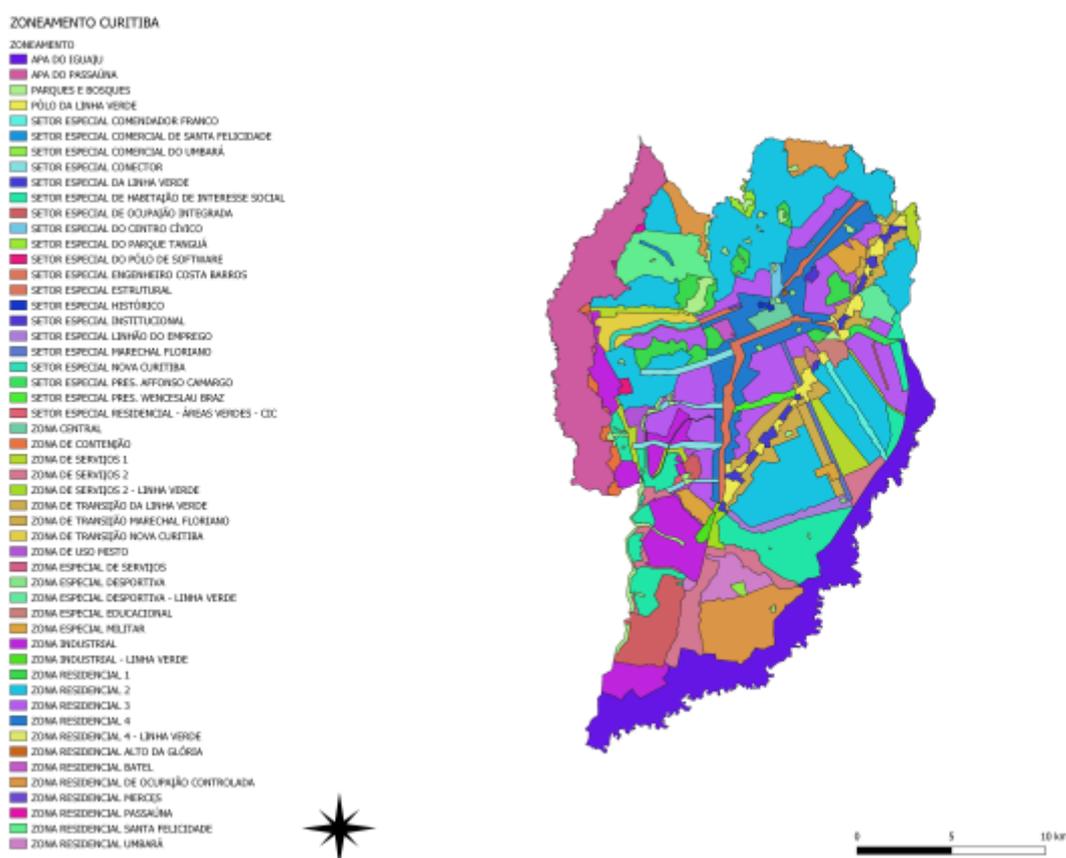


Figura 4: Zoneamento de Curitiba com a vigência da Lei Municipal nº 9800/2000.

Fonte: Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano de Curitiba (IPPUC), organizado pela pesquisa. Nota: Com a vigência do *Estatuto das Cidades*, houve uma modificação das diretrizes de política urbana nas cidades brasileiras. Curitiba teve de adotar o *Plano Diretor* enquanto instrumento básico de política fundiária, demandando um novo regime legal (Leis Municipais nº 11266/2004 e nº 14.771/2015), com reflexo nas duas últimas alterações na Lei de Zoneamento Municipal (Leis Municipais nº 9800/2000 e nº 15511/2019)