



ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE CRIMINALIDADE E VALOR POR METRO QUADRADO DOS IMÓVEIS RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CRIME AND THE VALUE PER SQUARE METER OF RESIDENTIAL PROPERTY IN THE CITY OF BELO HORIZONTE

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA DELINCUENCIA Y EL VALOR POR METRO CUADRADO DE LA PROPIEDAD RESIDENCIAL EN EL MUNICIPIO DE BELO HORIZONTE

Iago Miranda Soares¹
Evandro Camargos Teixeira²
Igor Santos Tupy³

RESUMO

A expansão desordenada das cidades amplia as desigualdades regionais e contribui para o avanço da criminalidade nos grandes centros urbanos. À vista disso, o presente estudo investigou a relação entre as médias das taxas de homicídios e de furtos e roubos por 100 mil habitantes e o valor por metro quadrado dos imóveis residenciais em Belo Horizonte no período 2017-2021, utilizando para tal a estimação de modelos hierárquicos com defasagem espacial. Como resultado, a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) indicou padrões distintos de aglomeração para as taxas de crimes entre as regiões do município de Belo Horizonte. Ademais, os resultados econométricos revelaram que imóveis localizados em regiões com maiores taxas de homicídios possuem menores valores do metro quadrado em suas áreas construídas. Por outro lado, o oposto ocorre para as taxas de furtos e roubos, exibindo relação positiva com o valor do metro quadrado dos imóveis.

Palavras-chave: criminalidade; desigualdades regionais; preços hedônicos; modelo hierárquico espacial; Belo Horizonte.

¹Graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa. Minas Gerais. Brasil. E-mail: iago.soares@ufv.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5876-2740>.

²Doutorado em Economia Aplicada pela Esalq/USP. Professor Associado do Departamento de Economia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa. Minas Gerais. Brasil. E-mail: evandro.teixeira@ufv.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6470-2103>.

³Doutorado em Economia pelo Cedeplar/UFMG. Professor Adjunto do Departamento de Economia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa. Minas Gerais. Brasil. E-mail: igor.tupy@ufv.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3894-0340>.

ABSTRACT

The disorderly expansion of cities increases regional inequalities and contributes to the rise of crime in large urban centers. In view of this, this study investigated the relationship between the average homicide and robbery rates per 100,000 inhabitants and the value per square meter of residential property in Belo Horizonte in the period 2017-2021, using hierarchical models with spatial lag. As a result, the Exploratory Analysis of Spatial Data (AEDE) indicated distinct patterns of agglomeration for crime rates between the regions of the municipality of Belo Horizonte. In addition, the econometric results revealed that properties located in regions with higher homicide rates have lower square meter values in their built-up areas. On the other hand, the opposite is true for theft and robbery rates, which show a positive relationship with the square meter value of the properties.

Keywords: crime; regional inequalities; hedonic prices; spatial hierarchical model; Belo Horizonte.

RESUMEN

La expansión desordenada de las ciudades aumenta las desigualdades regionales y contribuye al aumento de la delincuencia en los grandes centros urbanos. En vista de ello, este estudio investigó la relación entre las tasas medias de homicidios y robos por cada 100.000 habitantes y el valor por metro cuadrado de la propiedad residencial en Belo Horizonte en el período 2017-2021, utilizando modelos jerárquicos con desfase espacial. Como resultado, el Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA) indicó patrones distintos de aglomeración para las tasas de criminalidad entre las regiones del municipio de Belo Horizonte. Además, los resultados econométricos revelaron que los inmuebles situados en regiones con tasas de homicidio más elevadas tienen valores de metros cuadrados más bajos en sus zonas edificadas. Por otro lado, ocurre lo contrario con las tasas de hurtos y robos, que muestran una relación positiva con el valor del metro cuadrado del inmueble.

Palabras clave: criminalidad; desigualdades regionales; precios hedónicos; modelo jerárquico espacial; Belo Horizonte.

Como citar este artigo: SOARES, Iago Miranda; TEIXEIRA, Evandro Camargos; TUPY, Igor Santos. Análise da relação entre criminalidade e valor por metro quadrado dos imóveis residenciais no município de Belo Horizonte. **DRd – Desenvolvimento Regional em debate**, v. 15, p. 150-175, 28 abr. 2025. Doi: <https://doi.org/10.24302/drd.v15.5426>.

Artigo recebido em: 09/05/2024

Artigo aprovado em: 20/04/2025

Artigo publicado em: 28/04/2025

1 INTRODUÇÃO

O processo de industrialização no Brasil acentuou desequilíbrios regionais e sociais, impulsionando o fluxo migratório para centros urbanos, que em sua maioria não estavam preparados para absorver tal contingente populacional (Brito, 2006). Esse crescimento desorganizado, especialmente em municípios como Belo Horizonte, tende a acentuar as desigualdades intraurbanas (Glaeser, 2008). Regiões carentes, com acesso limitado a serviços públicos e oportunidades formais de emprego, tornam-se mais propensas ao avanço da criminalidade, dado o menor custo de oportunidade para atividades ilícitas (Becker, 1968). A oferta de mão de obra supera a demanda urbana, conduzindo migrantes para periferias e favelas marcadas por maiores vulnerabilidades sociais e elevadas taxas de criminalidade (Brito, 2006).

À vista disso, a criminalidade gera graves consequências para a qualidade de vida dos indivíduos, que vão desde prejuízos materiais e gastos públicos e privados com sua prevenção e combate até a perda de vidas humanas. Além disso, ela impõe restrições socioeconômicas e emocionais, além de provocar sensação de medo e insegurança, tendo como resultado mudanças nos hábitos cotidianos dos indivíduos (Santos; Kassouf, 2008).

Os crimes, sejam violentos ou não, também acarretam custos financeiros indiretos, como os efeitos depreciativos no mercado imobiliário. Nesse sentido, a demanda dos compradores e locatários por imóveis, além de estar relacionada aos fatores intrínsecos ao imóvel, como área e número de quartos, fundamenta-se nas particularidades externas, tais como a infraestrutura dos bairros, proximidade do comércio e, crucialmente, a sensação de segurança. Este último ponto é importante, pois o sentimento de insegurança influencia diretamente a demanda por residências, impulsionando a proliferação de condomínios fechados e a segregação urbana. Como consequência, imóveis localizados em bairros com taxas mais elevadas de crimes e caracterizados pela insegurança tendem a ser mais desvalorizados (Santos; Kassouf, 2008).

Dessa forma, levando em consideração que a sensação de segurança corresponde a um fator intangível e de difícil mensuração, em razão de sua natureza de subjetividade individual e impossibilidade de quantificação, a desvalorização no mercado de imóveis se constitui como uma das possíveis formas de mensurá-la indiretamente (John; Porsse, 2016). Comumente, utiliza-se a metodologia de preços hedônicos, que tem como procedimento para avaliação de bens a ideia de que os atributos de uma determinada mercadoria têm valor por propiciar utilidade a quem os consome (Ferreira; Resende Filho, 2010).

A abordagem hedônica é consolidada tanto na literatura internacional, tendo como exemplos os estudos de Herath e Maier (2010), Petra e Greenbaum (2006) e Montilio e Vélchez (2012); como nacionalmente, vide os trabalhos realizados por Jonh e Porsse (2016), Baggio, Catapan e Figueiredo (2015) em Curitiba/PR, e Paixão (2009) em Belo Horizonte/MG. No geral, todos os trabalhos verificaram que as taxas de criminalidade, sejam de homicídios, furtos ou roubos, impactam os preços de venda ou aluguel dos imóveis, sejam residenciais ou comerciais.

Assim como diversas metrópoles, Belo Horizonte enfrenta desafios relacionados à violência urbana. O município apresentou redução em suas taxas de homicídios e de furtos e roubos de veículos por 100 mil habitantes, que diminuíram de 21,8, em 2017, para 10,6, em 2021, no caso dos homicídios; e de 527,7 para 306,0 no caso de furtos e roubos de veículos no

mesmo período (Fórum Brasileiro de Segurança Pública (2023)). Esse resultado pode ser explicado pelo advento da pandemia da Covid-19 e as medidas restritivas adotadas (Faria; Diniz; Alves, 2022).

A partir dos aspectos elencados, o presente estudo tem como objetivo analisar a relação entre o nível de criminalidade, representado pelas taxas médias de homicídios e de furtos e roubos, e o valor do metro quadrado dos imóveis em Belo Horizonte no período 2017-2021, por meio da estimação de modelos econométricos hierárquicos espaciais. Dessa forma, o trabalho pode contribuir com o estado da arte relacionado ao tema, já que na literatura nacional não foram encontrados estudos similares para o município de Belo Horizonte, que em particular utilizassem o referido método.

Outrossim, a mensuração do custo da violência e sua participação na desvalorização imobiliária, além de evidenciar a redução do nível de bem-estar, consiste em um importante para a formulação de intervenções na área de segurança pública, que possibilitariam redução das taxas de crimes. Para sua consecução, além desta introdução, o estudo conta com mais quatro seções. A segunda seção apresenta evidências teóricas e empíricas relacionadas ao tema, seguida da seção metodológica, resultados e considerações finais.

2 EVIDÊNCIAS TEÓRICAS E EMPÍRICAS

2.1 DINÂMICA URBANA, CRIMINALIDADE E DESIGUALDADE REGIONAL

A relação entre criminalidade e desenvolvimento urbano tem sido objeto de investigação em diversas abordagens teóricas e empíricas. Resende (2007) argumenta que a expansão populacional desordenada nos grandes centros urbanos pode contribuir para o avanço da criminalidade, provocando fragmentação do espaço urbano e aprofundando as disparidades regionais. Esse processo resulta em desigualdades socioeconômicas que atuam como barreiras ao desenvolvimento regional, especialmente quando há deslocamento populacional entre municípios.

Corroborando essa perspectiva, Oliveira e Saiani (2021) destacam que o aumento das taxas de criminalidade compromete o desenvolvimento regional ao inibir investimentos e redirecionar recursos públicos para áreas menos produtivas, como a segurança pública. Isso gera um ciclo vicioso, no qual a criminalidade mina o potencial de crescimento econômico local e regional.

A Teoria da Desorganização Social fornece um arcabouço conceitual relevante para compreender essa dinâmica. Segundo Beato Filho (2012), à medida que as cidades se expandem, a segurança urbana se distancia do ideal de um espaço de liberdade e proteção. O autor enfatiza que os crimes não ocorrem aleatoriamente, mas tendem a se concentrar em áreas específicas, caracterizadas por traços socioespaciais comuns. Essa perspectiva é reforçada por Cerqueira e Lobão (2004), que entendem a desorganização social como uma ruptura nos vínculos comunitários e nas redes de sociabilidade local, influenciada por fatores como status socioeconômico, mobilidade residencial e heterogeneidade étnica.

Santos (2019) complementa a discussão ao abordar a relação entre criminalidade e a estruturação do espaço urbano. Segundo o autor, a criminalidade influencia a demanda por

espaço ao aumentar os custos de aglomeração, como congestionamento, elevação dos preços da terra e insegurança. Tais fatores podem incentivar a descentralização de atividades econômicas e a redistribuição dos valores imobiliários, moldando os padrões de urbanização.

A criminalidade também deve ser compreendida como um fenômeno interativo e dinâmico. Oliveira (2008) argumenta que o ambiente urbano influencia diretamente a decisão de se cometer crimes, funcionando como um macrossistema que afeta tanto os custos morais quanto os práticos da ação criminosas. A facilidade de acesso ao mercado ilícito e a interação com redes criminosas contribuem para reduzir os custos de execução e planejamento dos delitos. Nesse sentido, o processo de socialização em contextos urbanos pode facilitar a difusão da criminalidade, conforme já observado por Glaeser e Sacerdote (1996).

Cohen e Tita (1999) identificam duas formas principais de difusão da criminalidade: o contato direto entre indivíduos, que facilita a formação de redes e organizações criminosas, e a imitação, que ocorre a partir da observação de práticas delituosas bem-sucedidas em outras regiões. Esses mecanismos evidenciam a existência de dependência espacial da criminalidade entre cidades, ampliando o papel dos centros urbanos não apenas como receptores, mas também como difusores de atividades ilícitas.

Adicionalmente, Glaeser e Sacerdote (1999) destacam que áreas densamente povoadas apresentam maiores taxas de criminalidade devido a fatores como o maior número de vítimas em potencial, a possibilidade de otimização de redes criminosas e a fragilidade das sanções sociais. Embora a urbanização em si não seja um fator exclusivo para o aumento da criminalidade, seus efeitos se intensificam em contextos marcados pela ausência do poder público e precariedade das condições de vida, como ocorre em comunidades periféricas e favelas brasileiras.

2.2 CRIMINALIDADE E VALOR DOS IMÓVEIS: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

A literatura econômica tem utilizado extensivamente o modelo de preços hedônicos para analisar como diferentes atributos afetam o valor dos imóveis. Essa abordagem permite desagregar o preço de uma propriedade em componentes relacionados às suas características físicas (atributos intrínsecos) e ao ambiente ao seu redor (atributos extrínsecos), como segurança, acessibilidade e infraestrutura (Baggio; Catapan; Meza, 2015). No entanto, aspectos intangíveis como a sensação de segurança são de difícil mensuração direta, o que leva pesquisadores a utilizarem o valor dos imóveis como uma *proxy* para a disposição da população a pagar por ambientes com menor nível de criminalidade (Teixeira; Serra, 2006).

Diversos estudos apontam que a criminalidade exerce influência significativa sobre o mercado imobiliário. Pontes, Paixão e Abramo (2011) apontam que crimes violentos e furtos induzem famílias a se mudarem e empresários a investirem em novas localizações. Tita, Petras e Greenbaum (2006) destacam que o aumento da criminalidade violenta em bairros urbanos age como uma externalidade negativa, levando à migração de famílias, sobretudo das mais abastadas, para áreas mais seguras. Nessa linha, Nuñez, Paredes e Rivera (2017) identificaram no México que um aumento de 1% na taxa de criminalidade resulta em queda de 0,4% no valor dos aluguéis. Montilio e Vélchez (2012) encontraram resultados similares em Barcelona, na Espanha, relacionando vitimização criminal à desvalorização imobiliária.

Adicionalmente, alguns estudos, como o de Petra e Greenbaum (2006), em Columbus (EUA), demonstram que a criminalidade afeta os preços de forma desigual entre bairros, sendo mais prejudicial em áreas com menor nível de renda, onde os moradores têm menos recursos para mitigar os efeitos do crime. Resultados similares foram observados em cidades brasileiras, como Canoas, Recife, São Paulo e Belo Horizonte, nos estudos de Nasser (2017) e Rondon e Andrade (2005).

Delgado e Wences (2020), para Acapulco, no México, encontraram que a violência criminal tem efeito significativo sobre a desvalorização de imóveis e que seu impacto se estende a atividades econômicas correlatas, como o turismo. Ceccato e Wilhelmsson (2019), ao analisarem Estocolmo, capital da Suécia, observaram que, embora a taxa de criminalidade tenha efeito limitado sobre os preços, a proximidade de *hotspots* criminais tem impacto significativo, especialmente em casas unifamiliares. Ceccato e Wilhelmsson (2020), reforçando os achados anteriores, mostraram que a proximidade aos referidos *hotspots* criminais reduz substancialmente os preços, efeito que se atenua com a distância. Já Alamunci *et al.* (2023), ao investigarem políticas antimáfia na Itália, demonstraram que apenas a reatribuição de bens confiscados para fins sociais contribui para a valorização imobiliária.

A incorporação de abordagens espaciais tem sido fundamental para capturar a complexidade dos fenômenos urbanos. Savitz e Raudenbush (2009) ressaltam que a análise espacial permite considerar a interdependência entre áreas vizinhas, revelando padrões relevantes de autocorrelação espacial. Moro e Andrade (2004) identificaram padrões espaciais distintos para homicídios e furtos na Região Metropolitana de Belo Horizonte, enquanto John e Porsse (2016), em Curitiba, constataram que escolas particulares e crimes contra o patrimônio elevam os preços dos apartamentos, ao passo que unidades de saúde e homicídios os reduzem.

No contexto norte-americano, De La Paz (2022) utilizou uma abordagem econométrica espacial para o Condado de Los Angeles para identificar o impacto diferenciado de cinco tipos de crimes sobre os preços dos imóveis. Os crimes ligados a narcóticos e agressões agravadas causaram queda nos preços, enquanto roubos, vandalismo e agressões não-agravadas apresentaram efeito positivo quando distantes das residências. O estudo evidencia que a intensidade e a localização dos crimes moldam os efeitos sobre o mercado imobiliário.

Na Itália, Battisti *et al.* (2022) analisaram o efeito de homicídios com vítimas inocentes (IVH) cometidos pela máfia Camorra e constataram que esses eventos geram forte desvalorização imobiliária. O efeito negativo é mais intenso do que o causado por homicídios entre membros da máfia, pois os IVH elevam a percepção de risco entre moradores, o que impacta diretamente suas decisões locacionais.

Por fim, Kortas, Grigoriev e Piccillo (2022) destacam a importância da escala na análise de dados espaciais. Estudando Heerlen, na Holanda, os autores observaram que, com exceção dos arrombamentos residenciais, todos os crimes analisados se correlacionam negativamente com os preços dos imóveis. Contudo, a relação entre arrombamentos e preços varia de acordo com a escala e a localização, reforçando a necessidade de abordagens multiescalares na análise da criminalidade e seu impacto sobre o mercado imobiliário.

3 METODOLOGIA

3.1 FONTE E TRATAMENTO DOS DADOS

No que tange a base de dados utilizada no trabalho, o preço do metro quadrado da área construída dos imóveis residenciais teve como fonte o Imposto de Transações de Bens Imóveis (ITBI) de Belo Horizonte no período 2017-2021. Conforme Gonzáles (1997), as guias de ITBI configuram uma adequada fonte de dados, apresentando confiabilidade, menor custo global e fácil acesso, além de poderem ser utilizadas em análises relativas ao mercado imobiliário urbano. Dessa forma, diversas informações, como o endereço da propriedade, ano de construção, área de terreno do lote, área construída adquirida, área adquirida, o valor de transação do imóvel, padrão de acabamento, descrição do tipo de ocupação, valor base de cálculo, e zona de uso ITBI constam nas guias de ITBI.

Apesar de os relatórios de lançamentos quitados de ITBI divulgados constituírem uma ampla amostragem com diversas informações úteis, foi necessário realizar tratamento das observações antes de utilizá-las no trabalho. Inicialmente, por meio do cálculo da Amplitude Interquartil (IQR), foram identificados *outliers*, sendo removidos da amostra. Ademais, os preços dos imóveis foram deflacionados, tendo como ano base 2021 e a partir do Índice Geral de Preços - Mercado (IGP-M), calculado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), que é amplamente utilizado no setor imobiliário para o reajuste de contratos de aluguel e vendas de propriedades.

Por sua vez, as ocorrências relativas aos crimes contra a vida (homicídios) e contra a propriedade (furtos e roubos) foram obtidas junto à Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública (SEJUSP) referentes ao período 2017-2021, sendo as taxas por 100 mil habitantes por bairro de Belo Horizonte calculadas conforme a equação (7), abaixo.

$$Tx_{crimes} = \frac{\text{número de ocorrências do delito}}{\text{população do bairro}} * 100.000 \quad (1)$$

Outrossim, para o cálculo das taxas de criminalidade dos 487 bairros de Belo Horizonte no período 2017 e 2021, utilizou-se a distribuição populacional do Censo Demográfico de 2010 como base, assumindo-se que essa distribuição percentual da população por bairro se manteve constante ao longo do tempo. Além disso, a população total do município de Belo Horizonte para os anos de 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021 era de 2.498.600, 2.501.576, 2.512.070, 2.521.564 e 2.530.701 habitantes, respectivamente, e teve como fonte a projeção populacional realizada pela Fundação João Pinheiro (FJP).

Para analisar os efeitos da criminalidade nos valores por metro quadrado dos imóveis, foi calculada a média aritmética das taxas de criminalidade no período 2017-2021. A vantagem em se utilizar a média das taxas anuais de crimes consiste na possibilidade de sintetizar de forma eficaz o comportamento da criminalidade ao longo da série temporal, tendo em vista que a pandemia da COVID-19 teve efeito significativo sobre a redução das taxas dos crimes nos anos de 2020 e 2021. Tal diminuição, a partir de um fator exógeno de magnitude global, impactaria substancialmente os modelos estimados, caso fosse estimado um modelo para cada ano da amostra.

No entanto, apesar da tentativa de contornar o efeito da pandemia sobre as taxas criminais, as médias das taxas não estão imunes à um problema inerente das estatísticas criminais fornecidas pelos órgãos públicos, a subnotificação. Esse fenômeno pode ocorrer devido à inexistência de denúncias por parte das vítimas, à subnotificação intencional por parte das autoridades ou à inadequação dos métodos de coleta de dados (Martins; Teixeira; Silva, 2021).

Ademais, fatores como estigma, medo de represálias, desconfiança nas instituições policiais e subregistro de crimes em comunidades marginalizadas contribuem para a subestimação da verdadeira incidência criminal. Para a construção da *proxy* relativa à infraestrutura urbana, foram utilizados os dados dos microdados do Censo Demográfico de 2010. A *proxy* escolhida foi a proporção de ruas pavimentadas, obtida pela divisão entre os domicílios particulares permanentes com rua pavimentada e os domicílios particulares permanentes totais. Adicionalmente, o Quadro 1 apresenta todas as variáveis inseridas nos modelos estimados, assim como suas descrições e seus sinais esperados conforme a literatura relativa ao tema.

Quadro 1 – Variáveis inseridas na estimação dos modelos econométricos

Nome	Descrição	Sinal esperado
Preco	Preço do metro quadrado da área construída dos imóveis residenciais, que corresponde a razão entre o preço total do imóvel, devidamente deflacionado, sobre a área total construída do imóvel.	Variável dependente
Ano.cons	Ano que a construção do imóvel foi finalizada.	Positivo (Paixão, 2009)
Area.con	Área construída adquirida em metros quadrados do imóvel.	Positivo (Paixão, 2009)
Acab1	Dummy que assume valor igual a 1 para imóveis cujo padrão de acabamento da unidade é o popular, e 0 caso contrário.	Negativo (Pontes; Paixão; Abramo, 2011)
Acab2	Dummy que assume valor igual a 1 para imóveis cujo padrão de acabamento da unidade é o baixo, e 0 caso contrário.	Negativo (Pontes; Paixão; Abramo, 2011)
Acab3	Dummy que assume valor igual a 1 para imóveis cujo padrão de acabamento da unidade é o normal, e 0 caso contrário.	Positivo (Pontes; Paixão; Abramo, 2011)
Acab4	Dummy que assume valor igual a 1 para imóveis cujo padrão de acabamento da unidade é o alto, e 0 caso contrário.	Positivo (Paixão, 2009)
Acab5	Dummy que assume valor igual a 1 para imóveis cujo padrão de acabamento da unidade é o de luxo, e 0 caso contrário (utilizada como base)	Base
Central	Dummy que assume valor igual a 1 para os imóveis que se localizam em uma zona central, que corresponde as áreas da Zona Hipercentral (ZHIP), Zona Central de Belo Horizonte (ZCBH), Zona Central Barreiro (ZCBA) e Zona Adensada (ZA), e 0 caso contrário	Positivo (Tonucci; Freitas, 2020)
MediaHom	Média das taxas de homicídios por 100 mil habitantes dos bairros no período 2017-2021	Negativo (John; Porsse, 2016)

Nome	Descrição	Sinal esperado
MediaFR	Média das taxas de furtos e roubos por 100 mil habitantes dos bairros no período 2017-2021	Negativo (John; Porsse, 2016)
Ruapav	Razão entre o número de domicílios com ruas pavimentadas e o total de domicílios do bairro	Positivo (Paixão, 2009)

Fonte: Elaboração própria.

3.2 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS

Para apresentação da análise descritiva, particularmente relacionada ao comportamento das taxas médias de crimes no período 2017-2021, realiza-se uma análise exploratória de dados espaciais. Inicialmente, para que seja analisada a autocorrelação espacial, utiliza-se o Índice de Moran (I de Moran), que avalia se valores semelhantes se agrupam em determinadas áreas, formando *clusters* de características similares. Essa análise é realizada por meio da comparação dos valores de uma variável em uma localidade específica com os valores nas localidades vizinhas, conforme a equação abaixo:

$$I = \frac{N \sum_i \sum_j W_{ij} (x_i - \mu)(x_j - \mu)}{S_0 \sum (x_i - \mu)^2} \quad (2)$$

Onde N é o número de observações, W_{ij} é o elemento da matriz W relativo ao par i e j , x_i e x_j são os valores das variáveis nos locais i e j , μ é a média do variável x , S_0 é a soma de todos os pesos ($S_0 = \sum_i \sum_j W_{ij}$) e, para matrizes padronizadas $S_0 = N$. O valor de I varia entre -1 e 1, onde 0 indica a ausência de autocorrelação espacial; enquanto mais próximo de 1, indica autocorrelação positiva; e próximo a -1 representa efeito negativo.

A interpretação do I de Moran envolve a consideração da matriz de pesos espaciais, que define a vizinhança entre unidades geográficas. Essa matriz estabelece a conexão entre diferentes localidades, influenciando diretamente o cálculo do I de Moran. Se o resultado for positivo, sugere-se a presença de *clusters* (agrupamentos), indicando que áreas próximas compartilham valores semelhantes para a variável analisada, o que indica padrão de autocorrelação. Por outro lado, um resultado negativo sugere padrão de dispersão espacial, indicando que áreas próximas têm valores diferentes para a variável. Para o caso do presente estudo, as variáveis analisadas por meio do I de Moran correspondem às médias das taxas de homicídios e de furtos mais roubos nos 487 bairros de Belo Horizonte no período 2017-2021.

A matriz de pesos espaciais é fundamental na interpretação do I de Moran, pois determina quais unidades são vizinhas umas das outras. Sua definição pode se basear em pesos contíguos, refletindo a proximidade geográfica; ou em critérios específicos, dependendo do contexto do estudo. A matriz de peso espacial selecionada foi a Rainha de ordem 1. Conforme Vieira (2009), a escolha da matriz de pesos permite certa arbitrariedade por parte do pesquisador, sendo tratada como um fator exógeno, determinado a priori. Ao se testar matrizes com 1, 2 e 3 vizinhos, incluindo suas distâncias inversas, percebe-se que a matriz rainha de ordem 1 manteve o maior índice para as médias das taxas de crimes; e por essa razão foi a escolhida.

Com o intuito de verificar a significância estatística dos índices de Moran global para as médias das taxas de homicídios e furtos e roubos, foram realizados os testes de pseudo-significância por meio de 999 permutações. A distribuição simulada a partir dos índices sobre as permutações aleatórias resultou no p-valor igual a 0,001 para ambas as médias das taxas, sendo assim rejeitadas as hipóteses nulas de que não há autocorrelação espacial, revelando que os conjuntos de dados possuem significância estatística.

Adicionalmente, com o objetivo de apresentar uma estatística para cada localização com o intuito de avaliar sua respectiva significância, o *Local Indicators of Spatial Autocorrelation* (LISA) é uma ferramenta de análise espacial que permite a identificação de padrões de autocorrelação espacial em dados geográficos. O indicador é utilizado para examinar se há *clusters* (agrupamentos) de valores semelhantes (agrupamentos de valores altos ou baixos) em determinada área.

3.3 MODELOS HIERÁRQUICOS

Com a pretensão de analisar os fatores particulares e locais que influenciam o preço do metro quadrado de imóveis residenciais urbanos, foi utilizado a abordagem linear hierárquica-espacial. A ideia central é de que determinadas características locais, atreladas ao bairro no qual o imóvel está situado, além de suas características intrínsecas, podem influenciar o valor de mercado do imóvel e, por conseguinte, o preço do metro quadrado.

Ademais, a utilização de modelos hierárquicos, ao invés de modelos clássicos como Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), se justifica pelo fato de que as técnicas tradicionais não consideram a heterogeneidade espacial. Em termos gerais, heterogeneidade espacial significa que o comportamento econômico não é estável através do espaço e pode gerar padrões espaciais característicos sob a forma de agrupamentos ao longo do conjunto de dados, e esses padrões variam de acordo com os agrupamentos. A heterogeneidade espacial entre os bairros provoca a dependência entre os imóveis. Dessa forma, imóveis nos mesmos bairros são mais similares entre si ao serem comparadas com aqueles localizados em outros bairros.

Além disso, segundo Riani (2005), os modelos hierárquicos abordam eficazmente a unidade de análise quando as variáveis explicativas são medidas em diferentes níveis de agregação. Nesse sentido, caso a hierarquia não fosse levada em consideração, em uma análise agregada para o município Belo Horizonte, é provável que os pressupostos de independência dos erros e de distribuição idêntica não sejam apropriados, tendo em vista que a relação entre as características dos imóveis e seu preço pode variar segundo cada bairro, ou quando se considera que há dependência entre o preço do metro quadrado dos imóveis localizados em um mesmo bairro.

Essa relação é consequência da estrutura aninhada de informações, ou seja, a organização dos dados em diferentes níveis, onde cada nível hierárquico pode ter características que impactam os preços dos imóveis. O modelo hierárquico permite incorporar essas variações em diferentes níveis, reconhecendo que as observações dentro de um mesmo grupo podem ser mais semelhantes entre si do que em relação a observações de outros grupos (Riani, 2005).

Apesar de os modelos hierárquicos considerarem as heterogeneidades espaciais por meio do efeito aleatório associado às unidades de segundo nível, eles não abrangem a

autocorrelação espacial, visto que assumem que os erros do nível 2 são independentes e com variância constante. Se a autocorrelação espacial for ignorada, há violação das suposições de independência e distribuição idêntica dos erros, o que pode gerar p-valores incorretos.

Nesse sentido, as informações referentes a criminalidade foram disponibilizadas para os 487 bairros de Belo Horizonte, que corresponde a menor escala geográfica fornecida pela Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública (SEJUSP). Desse modo, empiricamente, a fim de verificar os fatores que influenciam o preço do metro quadrado dos imóveis residenciais, o primeiro passo é a estimação do modelo nulo, consistindo apenas no intercepto, vide equação abaixo.

$$\text{Preco}_{ij} = \beta_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

No qual Preco_{ij} é o preço do metro quadrado da área construída, β_{0j} é o resultado médio para j-ésima unidade e ε_{ij} é o efeito aleatório associado ao nível 1. Para verificar a adequação do modelo hierárquico, é necessário analisar o coeficiente de correlação intraclasse (ICC), calculado a partir da estimação do modelo nulo, cuja equação é apresentada a seguir.

$$\text{ICC} = \frac{\text{variância do nível 2}}{\text{variância total}} = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} \quad (4)$$

Onde a variância entre grupos (nível 2) indica quanto os resultados variam entre os diferentes bairros, no caso específico desse estudo. Já a variância total representa a variância total dos dados, sem considerar a estrutura de grupos.

Constatada a adequação da estimação hierárquica, valor do ICC maior que zero, a equação (5), abaixo, considera apenas as variáveis inseridas no primeiro nível, que são amplamente utilizadas nos trabalhos que buscam determinar a influência da criminalidade no montante dos imóveis negociados, sendo características intrínsecas que comprovadamente impactam o valor das residências (Teixeira; Serra, 2006; Pontes; Paixão; Abramo, 2011; Paixão, 2009).

$$\text{Preco}_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{Ano. cons}) + \beta_{2j}(\text{Area. con}) + \beta_{3j}(\text{Acab1}) + \beta_{4j}(\text{Acab2}) + \beta_{5j}(\text{Acab3}) + \beta_{6j}(\text{Acab4}) + \varepsilon_{ij} \quad (5)$$

No qual Preco_{ij} representa o preço do metro quadrado da área construída do imóvel i, o subscrito i refere-se ao imóvel e j, ao bairro no qual está situado. β_{0j} é o intercepto; β_{nj} são os coeficientes das variáveis explicativas do nível 1; (*ano.cons*), (*área.con*), (*Acab1*), (*Acab2*), (*Acab3*), (*Acab4*) são respectivamente os valores das variáveis incluídas no modelo de nível 1, e por último, ε_{ij} representa os efeitos aleatórios associados ao nível 1.

Com o intercepto aleatório, a seguir, é apresentada a equação (6), onde são incluídas todas as variáveis de controle do segundo nível. No segundo nível, as variáveis referem-se aos aspectos de infraestrutura urbana, índices de criminalidade e zoneamento estabelecido pela

prefeitura, que são características específicas de cada bairro, mas comuns a todas as propriedades existentes naquelas localidades.

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{Central}) + \gamma_{02}(\text{MediaHom}) + \gamma_{03}(\text{MediaFR}) + \gamma_{04}(\text{Ruapav}) + \mu_{0j} \quad (6)$$

Onde γ_{00} é a média do preço do metro quadrado da área construída do imóvel em todos os bairros, γ_{0s} são os coeficientes da regressão no nível do bairro; (Central) , (MediaHom) , (MediaFR) , (Ruapav) são os vetores das variáveis explicativas medidas no nível 2 e μ_{0j} o efeito aleatório associado ao nível 2, normalmente distribuído, com média zero e variância constante σ^2 .

Ademais, em conjunto, existem implicações de dependência espacial que impactam o valor do imóvel e os índices de criminalidade, o que justifica a utilização da abordagem espacial hierárquica (Brito; Silva; Rossi, 2021). Outrossim, ao se levar em consideração características espaciais, é possível verificar se o fato de os imóveis estarem localizados em determinado bairro, com certas especificidades sociais e de infraestrutura, se associa com seus preços de forma relevante. O processo é realizado combinando-se modelos hierárquicos em dois níveis, imóvel e bairro, com modelos de regressão espacial. À vista disso, o efeito espacial, proveniente da autocorrelação espacial, é incluído no segundo nível hierárquico, referente aos bairros.

À vista disso, os modelos hierárquicos utilizados no presente estudo consideram a heterogeneidade espacial, pois levam em consideração a existência de efeito aleatório relacionado a cada unidade de segundo nível, que no caso desse estudo se refere aos bairros. Em suma, os bairros podem ter diferentes características socioeconômicas, estruturas urbanas e dinâmicas populacionais, o que pode influenciar as relações entre variáveis. Assim, ao se analisar uma metrópole brasileira, como Belo Horizonte, é fundamental que a autocorrelação espacial seja levada em consideração devido às elevadas discrepâncias socioeconômicas entre os bairros, o que se reflete em diversidade espacial e concomitantemente similaridade entre as regiões vizinhas (Riani, 2005).

Por fim, é importante destacar que como parte da estratégia econométrica, as variáveis do segundo nível, correspondentes aos bairros, são incluídas gradualmente nas estimações para verificar a intensidade com que influenciam a variabilidade não-condicional associada ao intercepto estimado no modelo de nível 1. Assim, a proporção da variância explicada denota a porcentagem da variabilidade do intercepto no modelo nulo, que é explicada pela introdução das variáveis no segundo nível, vide equação (7), abaixo.

$$\% \text{ da variância explicada} = \frac{\sigma_{00}(\text{n\~{a}o condicional}) - \sigma_{00}(\text{condicional})}{\sigma_{00}(\text{condicional})} \quad (7)$$

4 RESULTADOS

4.1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

Na Tabela 1, são apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas nas estimações dos modelos econométricos. É possível constatar que o preço médio do metro

quadrado da área construída foi de R\$ 5183,26 e no que tange a área construída, os imóveis possuem, em média, 112,59 m² de extensão.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas

Nível	Variável	Observações	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Imóvel	Preco _{ij}	62892	5183,26	2668,25	260,17	214656,14
Imóvel	Ano.cons	62892	2002	16,54	1928	2021
Imóvel	Area.con	62892	112,59	58,85	0,00	869.34
Imóvel	Acab1	62892	0,01	0,10	0,00	1,00
Imóvel	Acab2	62892	0,12	0,33	0,00	1,00
Imóvel	Acab3	62892	0,62	0,48	0,00	1,00
Imóvel	Acab4	62892	0,23	0,42	0,00	1,00
Imóvel	Acab5	62892	0,02	0,15	0,00	1,00
Bairro	Central	278	0,10	0,30	0,00	1,00
Bairro	MediaHom	278	15,30	24,38	0,00	1,00
Bairro	MediaFR	278	3623,02	6547,64	0,00	80399,73
Bairro	Ruapav	278	0,95	0,13	0,00	1,00

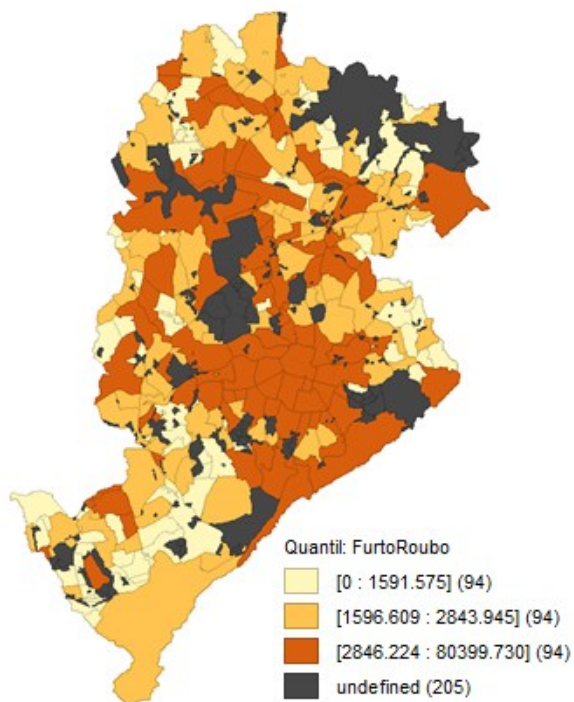
Fonte: Elaboração própria.

No que se refere ao padrão de acabamento, 1% dos imóveis pertencem à categoria 1 (popular), classificado como o pior de acordo com a Prefeitura de Belo Horizonte; 12% ao padrão 2 (baixo); 62% da amostra se refere a construções com o padrão 3 (normal); 23% correspondem ao padrão 4 (alto); enquanto as construções de padrão 5 (luxo) representam 2% da amostra. Além disso, 9% dos imóveis que compõem a amostra se localizavam na zona central e com relação aos crimes, a taxa média de homicídios foi de 15,30, enquanto a de furtos e roubos foi de 3578,44. Cabe ainda salientar que a proporção média de bairros cujo domicílios estão situados em ruas pavimentadas é de 0,95.

4.2 ANÁLISE ESPACIAL

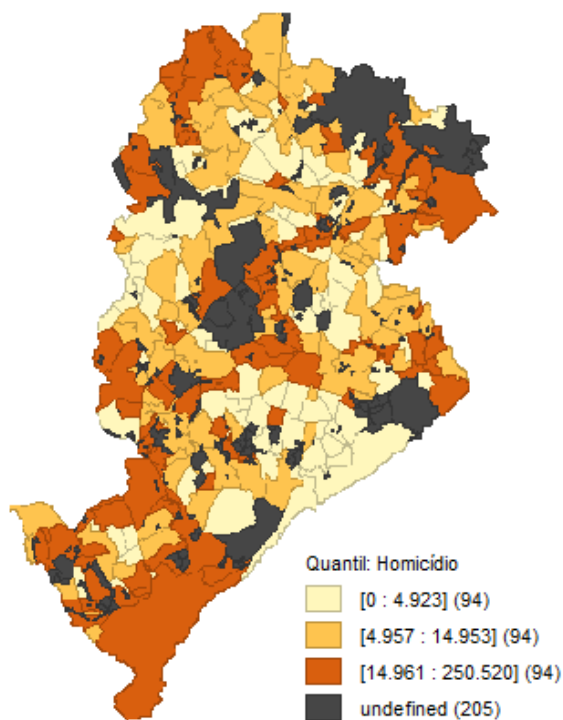
Ao se explorar a dispersão geográfica da criminalidade, é possível analisar, por meio das figuras subsequentes, a distribuição espacial das taxas de homicídios (Figura 1) e furtos e roubos (Figura 2) em Belo Horizonte. Ao examiná-las, é possível observar a tendência de concentração das taxas de homicídios em bairros periféricos, ao passo que o oposto ocorre com a taxa de furtos e roubos, onde a aglomeração é perceptível nas áreas centrais.

Figura 1 – Distribuição das taxas de furtos e roubos de Belo Horizonte no período 2017-2021.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 2 – Distribuição das taxas de homicídios de Belo Horizonte no período 2017-2021.



Fonte: Elaboração própria.

No geral, nas áreas periféricas, cuja infraestrutura básica e oferta de serviços públicos, geralmente, são mais precários, entre eles o policiamento, a probabilidade de envolvimento da população em atividades criminosas é mais elevada, sendo consequência, dentre outros fatores, do menor nível educacional e taxas de reduzidas de emprego no setor formal. Adicionalmente, a presença de conflitos, muitas vezes vinculados a gangues e ao tráfico de drogas, pode contribuir de maneira substancial para as taxas mais elevadas de homicídios (Santos, 2019).

Por sua vez, nas áreas centrais, onde a densidade populacional é frequentemente mais elevada e há constante fluxo de pessoas, as oportunidades para furtos e roubos aumentam. Isso ocorre em razão da maior aglomeração de alvos potenciais, além da concentração de estabelecimentos comerciais, instituições financeiras e residências com valores mais elevados. Ambos os efeitos evidenciam a presença de autocorrelação espacial para as taxas de furtos e roubos (Seibel, 2017).

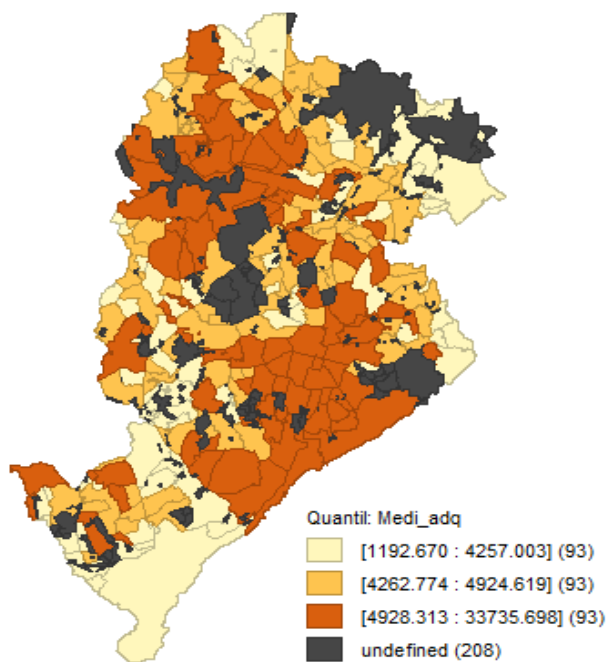
Tais evidências vão ao encontro da segunda subseção do presente estudo a partir da constatação de Beato Filho (2012) de que as atividades ilícitas nos espaços urbanos brasileiros se concentram em áreas geográficas específicas a partir de características regionais comuns. Logo, como mencionado por Santos (2019), a concentração da criminalidade em determinadas localidades impacta na demanda pelo espaço urbano.

Nesse sentido, a Figura 3, referente a distribuição da média do preço do metro quadrado dos imóveis residenciais em Belo Horizonte no período 2017-2021, denota que há concentração de imóveis com preços do metro do metro quadrado mais elevados em bairros das regiões Centro-Sul e Pampulha, que são regiões administrativas com maiores níveis de renda.

Ademais, para examinar de forma mais sintética e quantitativa a existência de autocorrelação espacial, foi calculado o I de Moran para as variáveis taxas de homicídios e taxas de furtos e roubos, assim como para a média do preço do metro quadrado dos imóveis. Para as taxas de homicídios, a estatística I de Moran resultou em um valor de 0,075; já para a taxa de furtos e roubos o valor foi de 0,160; e por último, a média do preço do metro quadrado dos imóveis foi de 0,147, evidenciando autocorrelação espacial positiva para os três índices. A inferência resultante é a de que bairros com altas (ou baixas) são vizinhos daqueles que também apresentam taxas também altas (ou baixas).

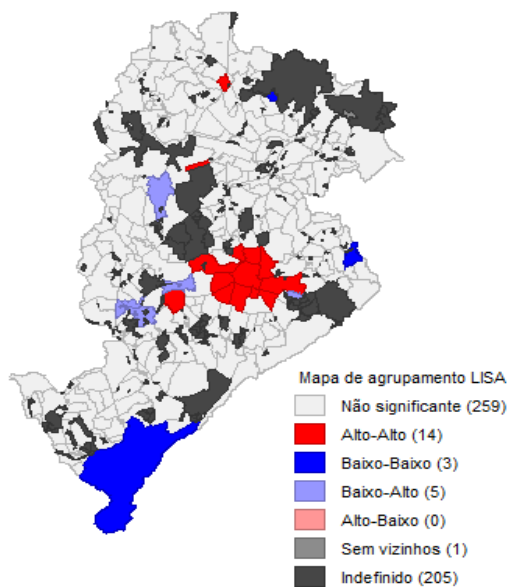
Assim, na Figura 4, referente aos agrupamentos das médias das taxas de roubos e furtos, dos 14 agrupamentos do tipo Alto-Alto (*High-High*), 11 se encontram na região central da capital, contemplando os bairros de Barro preto, Boa viagem, Carlos Prates, Centro, Colégio Batista, Floresta, Funcionários, Lagoinha, Lourdes, Santo Agostinho e Santa Efigênia. Essa aglomeração demonstra que tais bairros citados e seus vizinhos diretos apresentam taxas mais elevadas de furtos e roubos, ao passo que os bairros periféricos Granja de Freitas, Serra do Curral e Solimões e seus respectivos vizinhos diretos detêm baixas taxas de furtos e roubos, ou seja, um agrupamento do tipo Baixo-Baixo (*Low-Low*).

Figura 3 – Distribuição da média do preço do metro quadrado dos imóveis residenciais em Belo Horizonte no período 2017-2021.



Fonte: Elaboração própria.

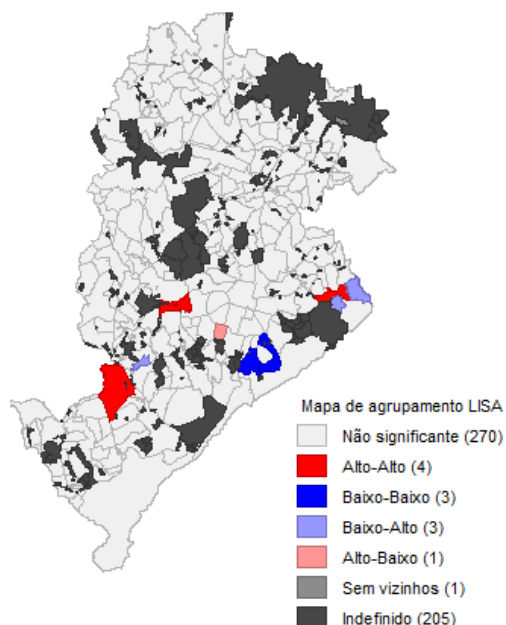
Figura 4 – Mapa de agrupamento das médias das taxas de furtos e roubos de Belo Horizonte no período 2017-2021



Fonte: Elaboração própria.

Por seu turno, a Figura 5 apresenta os agrupamentos das médias das taxas de homicídios, onde verificou-se que há quatro bairros do tipo Alto-Alto: Bairro das Indústrias I, Calafate, Jonas Veiga e Taquaril, nos quais seus vizinhos diretos também exibem elevadas taxas de homicídios. Já os bairros Cruzeiro, Comiteco e Sion são do tipo Baixo-Baixo e são próximos das regiões centrais da capital.

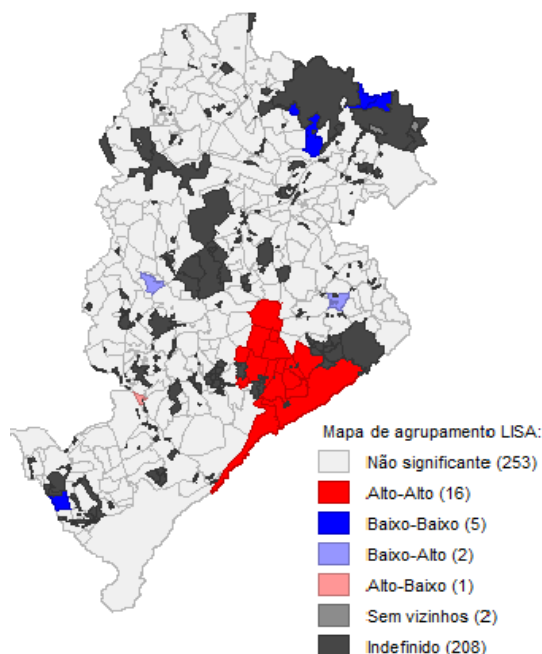
Figura 5 - Mapa de agrupamento das médias das taxas de homicídios de Belo Horizonte no período 2017-2021.



Fonte: Elaboração própria.

Por fim, a Figura 6 evidencia os agrupamentos das médias do preço do metro quadrado dos imóveis residenciais por bairros, sendo identificados 16 deles pertencentes ao agrupamento do tipo Alto-Alto, todos localizados na região administrativa Centro-Sul: Anchieta, Belvedere, Boa viagem, Carmo, Centro, Cidade Jardim, Comiteco, Cruzeiro, Lourdes, Mangabeiras, Santo Antônio, Savassi, Serra, Sion, São Pedro e Vila Paris. Por outro lado, do tipo Baixo-Baixo são detectados cinco bairros, localizados praticamente no limite da capital: Maria Teresa, Monte azul, Solimões, Tupi B e Vale do Jatobá.

Figura 6 - Mapa de agrupamento das médias dos preços do metro quadrado dos imóveis residenciais por bairro de Belo Horizonte no período 2017-2021



Fonte: Elaboração própria.

4.3 RESULTADOS ECONOMÉTRICOS

Com o objetivo de investigar a relação entre as médias das taxas de homicídios e furtos e roubos e o preço do metro quadrado dos imóveis residenciais de Belo Horizonte, foram estimados seis modelos, conforme apresentado na Tabela 2. O intuito de se estimar seis modelos, com incorporação gradual das variáveis nos modelos estimados, é demonstrar a robustez dos resultados encontrados. O Modelo 1 considera exclusivamente o intercepto e o Modelo 2, denominado modelo incondicional, engloba apenas as variáveis explicativas associadas às particularidades dos imóveis, ou seja, as do nível 1, vide equação (5) apresentada na seção metodológica. Os Modelos 3 e 4 incorporam, respectivamente, as variáveis referentes às taxas de homicídios e de furtos e roubos do nível 2.

Por sua vez, o Modelo 5 abrange todas as variáveis mencionadas anteriormente, além de outras variáveis de controle, como centralidade e proporção de domicílios com ruas pavimentadas, vide equação (6) da seção metodológica. Por fim, o Modelo 6 incorpora todos os controles dos níveis 1 e 2 e considera a dependência espacial.

Assim, inicialmente, para verificar a adequação da modelagem hierárquica, o primeiro passo consiste em estimar o modelo nulo, no qual o preço do metro quadrado é considerado a variável dependente (Modelo 1). Esse modelo é concebido principalmente para avaliar em que medida o preço do metro quadrado da área construída de um imóvel está condicionado ao bairro em que ele se localiza.

Tabela 2 – Resultados econométricos

Variáveis	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
	Coefficiente	Coefficiente	Coefficiente	Coefficiente	Coefficiente	Coefficiente
Intercepto	4575,52***	-33795,87***	-33528,77***	-33919,02***	-32624,20***	-32760,66***
MediaHom			-13,90**		-18,25**	-15,12**
MediaFR				0,04	0,03	0,03*
Central					1247,20***	1079,28***
Ruapav					1187,49	1158,80
Ano.cons		20,52***	20,48***	20,58***	20,38***	20,45***
Area.con		-4,28***	-4,28***	-4,27***	-4,25***	-4,27***
Acab1		-1307,38**	-1304,27**	-1303,50**	-827,44**	-821,54***
Acab2		-2212,52***	-2211,32***	-2211,54***	-1874,43***	-1869,67***
Acab3		-2305,31***	-2305,89***	-2304,97***	-1977,82***	-1975,25***
Acab4		-1785,02***	-1785,55***	-1785,27***	-1397,18***	-1395,85***
Efeito aleatório: coeficiente	1086680,22	1055925,90	992555,38	962122,09	650457,12	401302,52
Variância Explicada (%)			6,00	8,88	38,33	61,99

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Estatisticamente significativos nos níveis de ***1%; **5% e *10%

Nesse sentido, a justificativa para a inclusão de um segundo nível nas estimações reside na dependência do valor do imóvel em relação ao bairro. Para analisar a magnitude dessa dependência, ou seja, a proporção de variância entre bairros, calcula-se o coeficiente de relação intraclasse (ICC), cujo resultado obtido foi 0,145. Dessa forma, verifica-se que 14,5% da variância no preço do metro quadrado dos imóveis é explicada pela diferença entre os bairros, indicando evidente dependência da localização do imóvel.

Importante salientar que tanto esse primeiro modelo quanto os modelos subsequentes, ao analisarem os efeitos aleatórios por meio dos coeficientes de variância contextual, revelam que tais coeficientes são estatisticamente diferentes de zero. Logo, é possível rejeitar a hipótese nula do intercepto com efeito aleatório, pois este se mostrou estatisticamente significativo. Em suma, é plausível inferir que o preço do metro quadrado da área construída dos imóveis pode apresentar variações de acordo com o bairro em que o imóvel está situado.

Ao se analisar os Modelos 3, 4 e 5, verifica-se que no Modelo 3, as taxas de homicídios explicam cerca de 6% da variabilidade do intercepto, ao passo que no Modelo 4, as taxas de furtos e roubos explicam 8,8%. Já o Modelo 5, que contempla a centralidade e as duas taxas supracitadas, revela maior poder explicativo, vide percentual obtido de 38,3%.

Diante da autocorrelação espacial verificada nas variáveis explicativas, identificada pelo I de Moran na Análise Descritiva, que evidencia a existência de dependência espacial positiva nas taxas; além do LISA, que revelou a existência de agrupamentos, optou-se pela estimação de um modelo hierárquico-espacial. Por conseguinte, é possível mitigar as limitações relacionadas às estimativas de parâmetros enviesados. Esse procedimento segue a metodologia adotada por Brito, Silva e Rossi (2021), que utilizam a defasagem espacial das variáveis explicativas do segundo nível, sendo os resultados apresentados no Modelo 6.

Quando se examina o efeito aleatório da regressão estimada, especialmente o coeficiente e a variância explicada, verifica-se que quando são incluídos os controles espaciais, o componente da variância diminui e, em seguida, há aumento considerável no percentual da

variância explicada, de aproximadamente 62% no caso do Modelo 6. Esses resultados apontam que os efeitos espaciais exercem considerável influência por meio dos efeitos indiretos das variáveis de segundo nível (Riani, 2005).

Ao se objetivar realizar o controle da autocorrelação espacial, com o intuito de reduzir as complicações provocadas por vieses e ineficiências das estimativas, o modelo hierárquico-espacial tem como subproduto a redução do impacto direto das variáveis de segundo nível, expresso pela redução de seus respectivos coeficientes. Em contrapartida, essa variação passa a ser captada por meio de efeitos indiretos, provenientes dos coeficientes dos bairros vizinhos.

A análise das variáveis de primeiro nível do Modelo 6 (Tabela 2) demonstrou que todas elas são estatisticamente significativas, com nível de significância de 1%. Em relação às variáveis de segundo nível, a taxa de homicídios apresentou significância estatística a um nível de 5%, enquanto a taxa de furtos e roubos de 10%. Por outro lado, a variável que representa a centralidade também foi estatisticamente significativa e a proporção de ruas não apresentou significância estatística.

Levando-se em consideração os resultados referentes às variáveis de nível 2, verifica-se que no Modelo 6 a taxa de homicídios apresenta coeficiente estimado negativo de 15,125. Isso indica que, mantendo as demais variáveis constantes, um acréscimo unitário na taxa de homicídios representa redução média de 15,13 pontos percentuais (p.p.) no preço do metro quadrado da área construída do imóvel, resultado similar àquele encontrado no trabalho de John e Porsse, (2016).

No que se diz respeito a taxa de furtos e roubos, o coeficiente exibido foi de 0,032, evidenciando que, mantendo as demais variáveis constantes, um acréscimo unitário na taxa de roubos e furtos representa aumento médio de 0,032 p.p. no preço do metro quadrado da área construída do imóvel. Esse efeito positivo contraria os resultados observados nos estudos de Paixão (2009) e Pontes, Paixão e Abramo (2011).

Nesse sentido, a redução nos preços dos imóveis em áreas com taxas mais elevadas de homicídios pode ser atribuída a diversos fatores que estão interligados. Inicialmente, a criminalidade tem impacto direto na percepção de segurança, afetando negativamente a atratividade da região para potenciais compradores e inquilinos. Destarte, a presença de elevadas taxas de homicídios provoca um ambiente de insegurança, fazendo com que as pessoas passem a evitar essas localidades, o que diminui a demanda por imóveis (Tita; Petras; Greenbaum 2006).

Além disso, a violência urbana está frequentemente associada à degradação do entorno e a falta de investimentos em infraestrutura e serviços públicos, o que tende a elevar as desigualdades regionais, conforme constatado por Oliveira e Saiani (2021). A desvalorização dos imóveis nessas áreas pode refletir a relutância dos proprietários em investir na manutenção e melhoria de suas propriedades, dada a incerteza e os desafios associados à segurança. Assim, a relação entre as taxas de homicídios e os preços dos imóveis não é apenas uma questão de segurança individual, mas também está intrinsecamente ligada à percepção geral de qualidade de vida e ao ambiente urbano em torno dessas propriedades (Chagas, 2007).

Apesar do coeficiente da taxa de furtos e roubos ser diminuto e inferior a taxa de homicídios, seu valor positivo pode ser explicado, tendo em vista que essa associação tem como possível explicação a possibilidade de que exista endogeneidade, que o modelo estimado não

permite seu controle, o que indica relação bidirecional entre as taxas de furtos e roubos e o preço do metro quadrado dos imóveis. Desse modo, as taxas de furtos e roubos são mais elevadas em bairros centrais com preços do metro quadrado mais elevados, em função da concentração de indivíduos com maior nível de renda nessas localidades, além do elevado fluxo diário de pessoas, o que reduz significativamente a probabilidade de o infrator ser identificado ou capturado (Moro; Andrade, 2004), o que torna esses bairros mais atrativos à ação de criminosos.

A relação bidirecional positiva identificada nesse presente estudo condiz com as constatações observadas no trabalho de Braakmann (2013). O autor argumenta que moradias mais caras e, conseqüentemente, maiores ou com maior padrão de acabamento, que são mais propensas a serem habitadas por indivíduos com poder aquisitivo mais elevado, têm maior probabilidade de serem alvo de roubo, o que levaria a uma correlação positiva entre o preço do imóvel e as taxas de furtos e roubos.

Mais especificamente, bairros que apresentam preços mais elevados por metro quadrado, geralmente, abrigam residências, estabelecimentos comerciais e infraestrutura mais luxuosas, criando um ambiente propício para a presença de itens de elevado valor, como eletrônicos sofisticados, joias e veículos de luxo. A percepção de maior prosperidade nessas áreas pode chamar a atenção de criminosos. Portanto, ao mesmo tempo em que os preços mais elevados por metro quadrado podem refletir a qualidade e a demanda por essas áreas, eles podem atrair atenção indesejada por parte de criminosos que buscam alvos mais rentáveis (Seibel, 2017).

No que tange às demais variáveis de controle, considerando-se o Modelo 6, o ano de construção exibiu coeficiente estimado positivo, indicando que imóveis mais recentes tendem a ser mais valorizados. Dessa forma, mantendo as demais variáveis constantes, o acréscimo unitário no ano de construção do imóvel representa um aumento médio de 20,4 p.p. no preço do metro quadrado da área construída do imóvel. Esse resultado é condizente com aquele verificado por Paixão (2009).

Em contraste, a área construída apresentou coeficiente estimado negativo, o que à primeira vista, pode parecer contraintuitivo, considerando que imóveis com áreas construídas maiores normalmente têm preço do metro quadrado mais elevado. A dinâmica imobiliária nas áreas centrais segue, no entanto, um padrão inverso. O padrão de desenvolvimento nessas localidades favorece a presença de imóveis com menor tamanho devido à densidade populacional mais elevada e à limitação de espaço disponível. Nas áreas urbanas centrais, a demanda por unidades habitacionais é frequentemente impulsionada por fatores relativos à conveniência, ao acesso a serviços essenciais e a proximidade de locais de trabalho e entretenimento. Além disso, a limitação de espaço nas áreas urbanas centrais, frequentemente, resulta em preços mais elevados por metro quadrado, o que pode influenciar a preferência por unidades habitacionais compactas (HSU, 2012).

Quanto ao padrão de acabamento, todos os quatro padrões exibiram coeficientes negativos em relação a base. Assim, caso os imóveis detenham o padrão de acabamento 1 (*acab1*), popular, há redução de aproximadamente 821,5 p.p. no preço do metro quadrado da área construída do imóvel em relação a *acab5* (luxo), que é a base. Conotações análogas podem ser inferidas aos padrões de acabamento 2 (*acab2*), baixo; p3 (*acab3*), normal; e p4 (*acab4*),

alto; no qual há redução de 1869,6 p.p., 1975,2 p.p. e 1395,8 p.p., respectivamente, em relação a *acab5*, luxo.

Já o coeficiente estimado para a variável de centralidade, entre as variáveis de bairro, figura como fator de maior relevância para o acréscimo no preço do metro quadrado da área construída dos imóveis. Em média, o preço do metro quadrado é acrescido, *ceteris paribus*, em 1079,2 p.p. quando o imóvel está situado em uma zona central, resultado semelhante àquele encontrado por Baggio, Capatan e Meza (2015). Em regiões centrais, geralmente, existe concentração de serviços, comércios, instituições culturais e facilidades de transporte público, proporcionando conveniência e acessibilidade aos moradores. A proximidade a locais de trabalho, entretenimento e atividades culturais é frequentemente valorizada, contribuindo para a elevada demanda por imóveis nessas localidades.

Por último, a variável *Ruapav* não foi estatisticamente significativa. A provável explicação da inexpressividade dessa variável reside no fato de que nos bairros centrais e em outros que possuem imóveis valorizados, a proporção de domicílios com ruas pavimentadas é quase sempre muito próxima de 1, configurando-se como uma característica padrão com pequena variação entre diferentes bairros. Nesse contexto, a variável pode não aduzir informações discriminativas relevantes para explicar as variações nos preços dos imóveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou analisar a relação entre as taxas de crime, especificamente taxas médias de homicídios e furtos e roubos, e o preço do metro quadrado dos imóveis residenciais de Belo Horizonte no período 2017-2021. Com esse intuito, foram estimadas regressões lineares multinível, juntamente com técnicas de análise espacial e um modelo hierárquico-espacial, visando ponderar a presença de autocorrelação espacial.

Entre os principais resultados, destaca-se que as taxas de homicídios constituem um fator redutor do preço do metro do quadrado da área construída dos imóveis, ao passo que as taxas de furtos e roubos possuem relação positiva com a variável dependente. Além disso, o fato de o imóvel se localizar na zona central do município exerce grande influência na valorização do seu preço.

Cabe ainda ressaltar que por meio da análise Global do I de Moran, foi constatado que o município apresenta um índice positivo de correlação entre um bairro e seus vizinhos. Adicionalmente, com o I de Moran Local, verifica-se que Belo Horizonte apresenta uma dinâmica inversa de *clusters*, já que nos bairros onde há agrupamento do tipo alto-alto para a taxa de furtos e roubos, não houve agrupamentos para a taxa de homicídios, e vice e versa. Assim, esse resultado comprova a existência de correlação espacial no município, comprovando a existência de concentração das atividades ilícitas em determinadas localidades.

Importante ressaltar que alguns fatores limitaram a execução do estudo. Apesar das guias de ITBI constituírem uma base satisfatória, muitas informações específicas dos imóveis não foram disponibilizadas, tais como número de quartos e banheiros, além da quantidade de vagas de garagem, que são relevantes na demanda por imóveis. Outra limitação foi a impossibilidade de controle da possível relação de endogeneidade entre a média das taxas de

furtos e roubos e o valor do metro quadrado dos imóveis, dada a dificuldade de se encontrar um instrumento válido, já que a estimação considerou uma *cross-section*.

Ademais, este estudo pode ter implicações no contexto de políticas públicas em âmbito regional voltadas para o setor imobiliário e segurança urbana. Desse modo, os resultados obtidos indicam a necessidade de implementação de políticas públicas direcionadas à redução da criminalidade, por meio de investimentos adicionais em segurança nas áreas mais vulneráveis, visando tornar o ambiente urbano mais seguro para os cidadãos. A avaliação da desvalorização imobiliária não apenas evidencia a perda de bem-estar associada à criminalidade, mas também fornece um referencial para orientar a formulação e avaliação de iniciativas de segurança pública. Ao se considerar a distribuição heterogênea da criminalidade no espaço, torna-se mais evidente quais são as áreas prioritárias para intervenção e direcionamento das políticas de segurança pública.

REFERÊNCIAS

ALAMUNCI, F. M. *et al.* Mafia doesn't live here anymore: antimafia policies and housing prices. **Journal of Regional Science**, v. 63, n. 4, p. 1001-1025, 2023.

BATTISTI, M. *et al.* Shooting down the price: evidence from Mafia homicides and housing prices. **Papers in Regional Science**, v. 101, n. 3, p. 659-684, 2022.

BEATO FILHO, C. C. **Crimes e cidades**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2012.

BECKER, G. Crime and punishment: an economic approach. **The Journal of Political Economy**, v.76, n.2, p.169-217, 1968.

BRAAKMANN, N. **The link between non-property crime and house prices**: evidence from UK street-level data. MPRA Paper 44884, University Library of Munich, Alemanha, 2013.

BRITO, F. O deslocamento da população brasileira para as metrópoles. **Estudos Avançados**, v. 20, n. 57, p. 221-236, 2006.

BRITO, D. J. M.; SILVA, M. V. A.; ROSSI, M. C. T. Abordagem hierárquico espacial dos fatores que afetam a participação no mercado de trabalho brasileiro. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 51, n. 3, dez. 2021.

CECCATO, V.; WILHELMSSON, M. Do crime hot spots affect housing prices?. **Nordical Journal of Criminology**, v. 21, n. 1, p. 84-102, 2019.

CECCATO, V.; WILHELMSSON, M. Do crime hot spots affect housing prices? **Nordic Journal of Criminology**, v. 21, n. 1, p. 84-102, 2020.

CERQUEIRA, D.; LOBÃO, W. Determinantes da criminalidade: arcabouços teóricos e resultados empíricos. **Revista de Ciências Sociais**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 233-269, 2004.

COHEN, J.; TITA, G. Spatial diffusion in homicide: exploring a general method of detecting spatial diffusion processes. **Journal of Quantitative Criminology**, New York, v. 15, n. 4, p. 451-493, 1999.

CHAGAS, C. A. M. **A periferização da pobreza e da degradação sócio-ambiental na Região Metropolitana de São Paulo, o caso de Francisco Morato**. 2007. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

DE LA PAZ, P. T. *et al.* The impact of crimes on house prices in LA County. **Journal of European Real Estate Research**, v. 15, n. 1, p. 88-111, 2022.

DELGADO, J.; WENCES, G. A hedonic approach to the valuation of the effect of criminal violence on housing prices in Acapulco City. **Empirical Economics**, v. 59, p. 2999-3018, 2020.

FARIA, A. H. P.; DINIZ, A. M. A.; ALVES, D. F. C. Impactos do isolamento social decorrentes da pandemia de COVID-19 na criminalidade urbana em Belo Horizonte -MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 34, 2022.

FERREIRA, S. F.; RESENDE FILHO, M. A. Aplicação do método de preços hedônicos na precificação de atributos raros de peças filatélicas e construção de carteiras eficientes. **Estudos Econômicos** - Instituto de Pesquisas Econômicas, v. 40, n. 2, p. 469-498, abr. 2010.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA. **17º Anuário Brasileiro de Segurança Pública**. São Paulo: Fórum Brasileiro de Segurança Pública, 2023. Disponível em: <https://forumseguranca.org.br/wp-content/uploads/2023/07/anuario-2023.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

GLAESER, E. L.; SACERDOTE, B. Why is there more crime in cities? **The Journal of Political Economy**, Chicago, v. 107, n. 6, p. 225-258, 1999.

GLAESER, E. L. **Cities, agglomeration and spatial equilibrium**. Oxford: Oxford University Press, 2008.

GONZÁLEZ, M. A. S. Fonte alternativa de informações para estudos intraurbanos: ITBI. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 7. 1997, Recife. **Anais [...]**. Recife: Associação Nacional de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, 1997.

HSU, W, T. Central place theory and city size distribution. **The Economic Journal**, v. 122, p. 903-32, 2012.

JOHN, E. M. C.; PORSSE, A. A. Análise de preços hedônicos no mercado imobiliário de apartamentos em Curitiba. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 37, n. 130, p. 95-115, jan. 2016.

KORTAS, F.; GRIGORIEV, A.; PICCILLO, G. Exploring multi-scale variability in hotspot mapping: a case study on housing prices and crime occurrences in Heerlen. **Cities**, v. 128, p. 103814, 2022.

MARTINS, A. C.; TEIXEIRA, E. C.; SILVA, G. D. Determinantes da Probabilidade de Subnotificação de Crimes Contra o Patrimônio no Brasil. **Revista Economia Ensaios**, Uberlândia, Minas Gerais, v. 36, n. 2, 2021.

MORO, B. T.; S.; VIEGAS, M. Criminalidade na Região Metropolitana de Belo Horizonte: uma análise espacial. *In*: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 11. 2004, Diamantina, MG. **Anais [...]**. Belo Horizonte, MG: CEDEPLAR/UFMG, v. 1. p. 1-23, 2004.

NASSER, A. A. M. **Valor das externalidades urbanas**: uma análise à luz do mercado imobiliário paulistano. 2017. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Insper Instituto de Ensino e Pesquisa. São Paulo, 2017.

NUÑEZ, H. M.; PAREDES, D.; RIVERA, R. G. Is crime in Mexico a disamenity? Evidence from a hedonic valuation approach. **The Annals of Regional Science**, v. 59, p. 171-187, 2017.

OLIVEIRA, C. A.. Análise espacial da criminalidade no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia**, Curitiba, v. 34, n. 3, p. 35-60, set./dez. 2008.

OLIVEIRA, L. F. B.; SAIANI, C. C. S. Índices de criminalidade nos municípios paulistas: efeitos heterogêneos do desenvolvimento econômico nos crimes contra a vida e contra o patrimônio. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 15, n. 2, 2021.

PAIXÃO, L. A. R. O impacto da violência no preço dos imóveis comerciais de Belo Horizonte: uma abordagem hedônica. **Economia Aplicada**, v. 13, n. 1, p. 125-152, 2009.

PONTES, E.; PAIXÃO, L. A.; ABRAMO, P. O mercado imobiliário como revelador das preferências pelos atributos espaciais: uma análise do impacto da criminalidade urbana no preço de apartamentos em Belo Horizonte. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 15, n. 1, p. 171-197, 2011.

RESENDE, J. P. **Crime social, castigo social**: o efeito da desigualdade de renda sobre as taxas de criminalidade nos grandes municípios brasileiros. Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 2007.

RIANI, J. D. L. R. **Determinantes do resultado educacional no Brasil**: família, perfil escolar dos municípios e dividendo demográfico numa abordagem hierárquica e espacial. 2005. 218f. Tese (Doutorado) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2005.

SANTOS, M. J.; KASSOUF, A. L. Estudos econômicos das causas da criminalidade no Brasil: evidências e controvérsias. **Revista Economia**, v. 9, n. 2, p. 343-372, 2008.

SANTOS, J. M. A. **A violência urbana e o preço dos imóveis**: evidências de como a criminalidade afeta o mercado imobiliário. 2019. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2019.

SAVITZ, N. V.; RAUDENBUSH, S. W. Exploiting spatial dependence to improve measurement of neighborhood social processes. **Sociological Methodology**, v. 39, p.151–183, 2009.

SEIBEL, E. J. **Roubos e furtos em Florianópolis: análise do movimento espacial e temporal.** 2017. 60f. TCC (Graduação em Ciências Sociais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Florianópolis, 2017.

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.

TITA, G. E.; PETRAS, T. L.; GREENBAUM, R. T. Crime and residential choice: a neighborhood level analysis of the impact of crime on housing prices. **Journal of Quantitative Criminology**, v. 22, p. 299-317, 2006.

TONUCCI FILHO, J. B. M.; FREITAS, D. M. Planejamento metropolitano e grandes projetos urbanos: concepção e descaminhos da política de novas centralidades metropolitanas na RMBH. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 22, n. 47, p. 61-84, jan./abr. 2020.

VIEIRA, R. S. **Crescimento econômico no estado de São Paulo: uma análise espacial.** São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.