



urbe

Revista Brasileira de Gestão Urbana

[scielo.br/urbe](http://scielo.br/urbe)

 PUCPRESS

# A influência dos alagamentos e do bem-estar urbano no mercado imobiliário de apartamentos: o caso da cidade de Belém/PA, Brasil

*The influence of urban welfare and flood impact on the real estate market of apartments: the case of Belém city (Brazil)*

Érico Gaspar Lisboa<sup>[a]</sup> 

Belém, PA, Brasil

<sup>[a]</sup> Universidade da Amazônia (UNAMA), Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano (PPDMU)

Roberto Eduardo Bastos Lisboa<sup>[a]</sup> 

Belém, PA, Brasil

<sup>[a]</sup> Universidade da Amazônia (UNAMA), Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano (PPDMU)

Leonardo Augusto Lobato Bello<sup>[a]</sup> 

Belém, PA, Brasil

<sup>[a]</sup> Universidade da Amazônia (UNAMA), Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano (PPDMU)

**Como citar:** Lisboa, E. G., Lisboa, R. E. B., & Bello, L. A. L. (2024). A influência dos alagamentos e do bem-estar urbano no mercado imobiliário de apartamentos: o caso da cidade de Belém/PA, Brasil. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v.16, e20230157. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.016.e20230157>

ÉGL é engenheiro civil, doutor em Engenharia Civil, e-mail: [erico.lisboa@unama.br](mailto:erico.lisboa@unama.br)

REBL, é turismólogo, mestre em Antropologia, e-mail: [robertoeduardobastoslisboal@gmail.com](mailto:robertoeduardobastoslisboal@gmail.com)

LALB é engenheiro civil, doutor em Engenharia Civil, e-mail: [leonardo.bello@unama.br](mailto:leonardo.bello@unama.br)

## Resumo

Ainda que aferir custos sociais de amenidades seja usual para elaboração de políticas públicas, avaliar a influência do impacto de alagamentos e condições de bem-estar urbano no mercado imobiliário de cidades da Amazônia brasileira é uma investigação ainda não realizada. Assim, por metodologia hedônica, que, além das referidas amenidades, incluiu características físicas de apartamentos, 87 dados foram catalogados no mercado de apartamentos em oferta, no período do inverno amazônico, na área urbana de Belém/PA. Constatou-se que a influência dos impactos dos alagamentos desvalorizou até 10,55% seus preços. Ao passo que as condições de bem-estar urbano indicaram negativa e positiva influência nos preços em até 11,23% e 10,09%, respectivamente. Portanto, esses resultados são importantes para gestores públicos e agentes do setor imobiliário, e podem auxiliar a implantação de planos urbanos e de saneamento para diminuir custos sociais de amenidades e valorizar apartamentos.

**Palavras-chave:** Alagamentos. Bem-estar urbano. Hedônica. Mercado imobiliário. Belém/PA.

## Abstract

*Although measuring the social impacts of amenities is usual in public policy development, evaluating the impact of flooding and urban well-being on the real estate market in cities in the Brazilian Amazon has not been undertaken. Thus, a hedonic methodology was adopted that, beyond the aforementioned amenities, considered the physical characteristics of apartments. According to 87 data points obtained from the market for apartments on offer, during the Amazon winter period in the urban area of Belém/PA, flooding impacts devalued real estate prices by up to 10.55%. Urban well-being presented a negative and positive influence on prices by up to 11.23% and 10.09%, respectively. Therefore, these results are essential for public managers and agents in the real estate sector and can help implement urban and sanitation plans to reduce the social costs of amenities and improve real estate values.*

**Keywords:** Flood. Urban well-being. Hedonic. Real estate market. Belém/PA.

## Introdução

A verticalização urbana é um processo construtivo de edifícios acima de 3 pavimentos (superior a 10 m de altura) comumente identificada nas cidades brasileiras. Inicialmente estudada e conceituada por Mendes (1992) como um modo intensivo de reprodução do solo, oriundo de sua produção e apropriação de diferentes formas de capital, a verticalização na forma de habitação, aliada a inovações tecnológicas construtivas, altera a paisagem urbana.

Entretanto, esse processo tende a valorizar apartamentos, produto habitacional do mercado de bens imóveis de edifícios, especialmente nas áreas centrais das cidades (e.g., Farias et al., 2020). Alguns trabalhos investigaram impactos positivos da verticalização, como melhorias sobre as infraestruturas e condições de bem-estar urbano e outras externalidades (fatores exógenos), influenciando a valoração de imóveis (e.g., Barcellos, 2013; Franco & Macdonald, 2018; Hitaj et al., 2018; Freeman et al., 2019; Van Vuuren et al., 2019; Moore et al., 2020).

Outras investigações avaliaram impactos negativos da verticalização, e.g., aumento da densidade populacional, poluição do ar, problemas de mobilidade e congestionamento do tráfego veicular, e sobre a impermeabilização dos solos, potencializando alagamentos e seus danos, com influência no valor de imóveis (e.g., Zhai et al., 2003; Eves, 2004; Andrade & Maia, 2007; Mckenzie & Levendis, 2010; Rajapaksa et al., 2016; Schaeffer & Dissart, 2018; Jung & Yoon, 2018; Zulkarnain et al., 2020; Villada-Medina, 2022).

Especificamente a alagamentos, frequentemente se tem estudado que os riscos depreciam preços de imóveis (e.g., Lamond et al., 2010; Bin & Landry, 2013; Beltrán et al., 2019). A este respeito, Will (2022) realizou

detalhada revisão sobre a influência de fenômenos naturais (terremotos, erosões, furações, cujas consequências sejam alagamentos ou ainda inundações), sobre os preços de imóveis, concentrados em regiões dos Estados Unidos da América (EUA), Japão, Nova Zelândia e Holanda (e.g., Below et al., 2015; Koster & van Ommeren, 2015; Ortega & Taspinar, 2018; Walsh et al., 2019; Cohen et al., 2021; Filippova et al., 2020; Huang, 2021).

Ainda que as principais conclusões se concentrem no fato de que a percepção do risco e as medidas de mitigação adotadas, com reflexo no custo do seguro contra alagamentos, influenciem os preços de imóveis, os estudos abrangem apenas o mercado de terrenos e casas residências (e.g., Zhang, 2016; Atreya & Czajkowski, 2019; Hodge, 2021). No Brasil, ainda que a literatura sobre esta matéria seja rarefeita, investigações consideraram avaliar a influência dos alagamentos em casas residenciais (e.g. Lezcano, 2004; Ribeiro, 2021).

Por outro lado, estudos realizados em Recife (e.g., Seabra et al., 2016; Ciarlini et al., 2022), Fortaleza (e.g., Nunes et al., 2019); Rio de Janeiro (e.g., Martins, 2012), São Paulo (e.g., Hermann & Haddad, 2005; Fávero et al., 2008; Campos, 2017), Belo Horizonte (e.g. Paixão & Luporini, 2020), Curitiba (e.g., John & Porsse, 2016), Porto Alegre (e.g., Gregoletto, 2013) revelaram a influência de outras amenidades sobre os preços de imóveis que, igualmente aos trabalhos revisados, recorreram à teoria hedônica a partir de modelos estatísticos (Rosen, 1974).

Em cidades da Amazônia como Belém/PA, avaliações hedônicas são incipientes, cujos estudos pioneiros foram realizados por Duarte et al. (2013); Rocha e Magalhães (2013); Soares (2018); Lima (2021), que respectivamente investigaram a influência da violência urbana e regularização fundiária, questões de infraestrutura, áreas verdes e risco de inundações sobre o preço de aluguéis comerciais. Nesse sentido, a eleição de Belém/PA é justificável pelo fato de que, dentre as metrópoles brasileiras, ainda não há estudos que tenham avaliado a influência do impacto dos alagamentos e das condições de bem-estar urbano nos preços de oferta e venda de apartamentos residenciais.

A este propósito, a zona urbana de Belém/PA é caracterizada por apresentar bairros verticalizados, e naturalmente alagáveis, principalmente durante o inverno amazônico (e.g., Oliveira, 2007; Pontes et al., 2017; Moreira et al., 2019). Ainda que disponha de serviços de transporte público com a ampliação o sistema BRT (*Bus Rapid Transit*) (Pinheiro & Ponte, 2021), os serviços de saneamento não estão completamente atendidos.

Embora mais de 97% dos domicílios disponham de coleta de resíduos sólidos, cerca de 82% da população não dispõe de serviços de esgoto, e 26% não dispõem de serviços de abastecimento de água (IBGE, 2021). Ainda que estejam situados em plena Amazônia brasileira, alguns bairros mais urbanizados de Belém/PA apresentaram cobertura vegetal inferior a 15 m<sup>2</sup>/habitantes, referência da Organização das Nações Unidas (ONU) (e.g., Borges et al., 2012; Rodrigues & Luz, 2012).

Estas questões de infraestrutura, mobilidade e acessibilidade foram agregadas por um índice segundo o qual Pontes et al. (2013) avaliaram o bem-estar urbano dos bairros de Belém/PA. Entretanto, qual a influência dessas amenidades no mercado de apartamentos residenciais em Belém/PA? Assim, para este específico mercado, avaliar a influência em bairros mais verticalizados de Belém/PA é o principal objetivo deste trabalho. Para tanto, adotaram-se procedimentos estatísticos para avaliação hedônica.

## Procedimentos estatísticos para avaliação hedônica

Para valorar bens imóveis urbanos, e ainda avaliar a influência de amenidades, a estatística inferencial baseada na teoria dos preços hedônicos é procedimento preferencialmente recomendado pela NBR 14.653/2 (ABNT, 2011), implementando-se quatro etapas (Figura 1):



**Figura 1** - Etapas para implementação do procedimento de estatística inferencial. Fonte: Autores (2023).

1. Seleção de variáveis independentes ( $X_i$ ) (fatores endógenos e exógenos) ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) que influenciam na variação da variável dependente ( $Y_i$ ) (preço de bens imóveis). Para tanto, pode utilizar o cálculo do coeficiente de correlação ( $R$ ), de determinação ( $R^2$ ) e ajustado ( $R^2_a$ ); estimativa do  $C_p$  de Mallows; da informação de Akaike e Bayesiano, etc. (Montgomery & Runger, 2012).
2. Predição do modelo matemático, cuja variação de  $Y_i$  seja explicada por uma ou  $n$ -variáveis  $X_i$ , onde  $Y_i = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ . Pela extração de dados amostrais de uma população, é possível estabelecer parâmetros de  $X_i$ , explicando o comportamento de  $Y_i$  por:

$$\hat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon_i \quad (1)$$

Em que  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_n$  são parâmetros (regressores) de  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . O termo  $\varepsilon_i$  é o erro na estimativa de  $\hat{Y}_i$ . Assim, é esperado que a diferença ( $\Delta Y$ ) entre  $Y_i$  e  $\hat{Y}_i$  seja igual a 0. Por razões algébricas, tem-se que  $\Delta Y^2$  seja igual a  $(Y_i - \hat{Y}_i)^2$ , onde  $\Delta Y^2$  é o desvio quadrático total. Pelos dados amostrais, pode-se, após ajustes, obter relações satisfatórias entre  $Y_i$  e  $X_1, X_2, \dots, X_n$  pela função  $\hat{Y}_i$ . Para estimar  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_n$ , é comum recorrer ao método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

3. Estimação pelo método MQO de  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_n$  que deve ser BLUE (Best Linear Unbiased Estimator), i.e., os quais tenham a menor variância entre estimadores lineares não viesados, não violando as hipóteses de Gauss-Markov: o modelo de regressão é linear nos parâmetros; amostragem aleatória; erros são homocedásticos e tem distribuição normal; e variáveis independentes não são colineares entre si.
4. Inferência inclui análise da variância (ANOVA) aferindo desempenho, significância ( $\alpha$ ) de  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_n$  e da função,  $\hat{Y}_i$ . O desempenho está relacionado aos erros de  $\hat{Y}_i$  pela soma do quadrado dos erros (SQE) =  $\left[ \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \right]$ ; e devido à regressão (SQR) =  $\left[ \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 \right]$ . Em que  $\bar{Y}$  é o valor médio da  $i$ -amostras. A soma dos quadrados totais (STQ) = (SQE) + (SQR).

Pela relação entre (SQR) e (STQ) se calcula  $R^2$ , indicando o quão preciso é o modelo  $\hat{Y}_i$  para explicar  $Y_i$ , e  $R^2_a$ . O termo  $\alpha$  de  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_n$  é aferido pelo teste de Student (teste-T), cujo valor aceitável é  $\leq 5\%$ . O teste de Fisher-Snedecor (teste-F) avalia a significância de  $\hat{Y}_i$ , pelo que o modelo é relevante se  $\alpha \leq 1\%$ ,  $\leq 2\%$  ou  $\leq 5\%$  (ABNT, 2011). Seguindo estas etapas, recorreu-se ao software SisDEA® verificando: não violação das hipóteses Gauss-Markov; o desempenho do modelo ( $R^2$  e  $R^2_a$ ) e os termos  $\alpha$  de  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_n$  e  $\hat{Y}_i$ , pelo teste-T e teste-F respectivamente. Adotou-se não tolerar  $R^2 < 0,81$ , e  $R^2_a$  entre 0,49–0,81 (Duarte et al., 2013).

A homocedasticidade foi avaliada, *a priori*, pela análise gráfica entre  $\varepsilon_i$  e  $\hat{Y}_i$ . Caso não seja possível constatar violação desse pressuposto, realiza-se o teste de White (White, 1980). O enquadramento dos erros à distribuição normal é aferido pela regra dos  $3\sigma$ :  $1\sigma$ [63%-73%],  $1,64\sigma$ [85%-95%] e  $1,96\sigma$ [95%-100%], sendo ao intervalo admissível de probabilidade. Caso não haja enquadramento, recorre-se ao teste qui-quadrado para validação desta hipótese (Poitras, 2006).

Por limitações da matriz de colinearidade (*e.g.*, Montgomery et al., 2006), a hipótese de não colinearidade entre variáveis independentes é avaliada pela estatística VIF (*Variance Inflation Factor*) (Gazola, 2002). Ainda se avaliaram erros padrões atípicos (impactantes quando foram >5% da amostra) e influenciadores pela análise gráfica da estatística de Cook (Cook, 1977).

## Desenvolvimento metodológico

Considerando que a variável dependente ( $Y_i$ ) seja o preço em oferta de apartamentos, as variáveis independentes ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) foram associados a fatores endógenos e exógenos. Os fatores endógenos dizem respeito às características físicas de um imóvel como: área privativa, vagas de garagem, padrão construtivo, etc.

Denominado de amenidades urbanas, para Seabra et al. (2016) os fatores exógenos estão relacionados à qualidade da vizinhança e facilidade de acesso aos centros urbanos, que modificam as decisões de moradia dos agentes econômicos. Assim, amenidades urbanas transcendem as fronteiras físicas de um imóvel, pelo que inexistem as conhecidas curvas de oferta e demanda para precificá-las, denominando-as de variáveis de “não-mercado”.

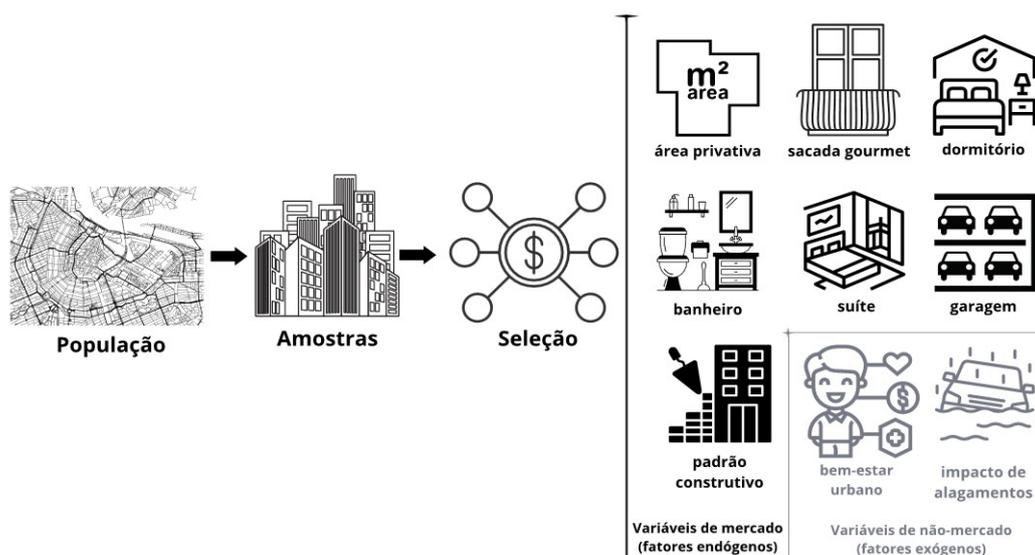
Embora não haja quaisquer dúvidas de que os fatores endógenos de um imóvel podem influenciar na formação do seu preço de mercado, determinar a influência dos fatores exógenos na ausência de informações de “não-mercado” ainda é uma condição limitante (*e.g.*, Seabra et al., 2016).

Para superar a referida limitação, é recorrente adotar modelos com base na teoria dos preços hedônicos pela utilização da inferência estatística (Rosen, 1974). Considerando que o objetivo deste trabalho é avaliar a influência do impacto das inundações e das condições de bem-estar no preço de apartamento na área urbana de Belém/PA, “locus” onde será realizado um estudo de caso, inicialmente recorreu-se a duas etapas. A primeira está associada à pesquisa de mercado, considerando os aspectos de preparação dos dados e definição das variáveis.

- A preparação de dados de imóveis do tipo apartamento: Pela premissa da aleatoriedade na coleta das amostras, dados de imóveis foram levantados em plataforma “web” de anúncios de venda localizados em bairros mais verticalizados e naturalmente alagáveis em Belém/PA, entre dezembro/2022 e fevereiro/2023 (inverno amazônico). Baseado em IBAPE (2011); Yang et al. (2021), o preço de oferta foi reduzido em 10%.
- A definição das variáveis: Foram selecionadas variáveis de mercado mais utilizadas em avaliações para financiamento imobiliário. Recorreu-se a estudos científicos para definir as variáveis que referem aos alagamentos e ao bem-estar urbano. Assim, a amostra extraída da população de apartamentos foi de 87 dados acerca da área privativa, disponibilidade de sacada gourmet, número de quartos, banheiros, suítes e vagas de garagem, padrão construtivo, condição de bem-estar urbano, impacto de alagamentos e preço dos apartamentos.

Para a aquisição de dados, recorreu-se a variáveis disponíveis em plataforma de vendas de imóveis, pois em países em desenvolvimento há barreiras no fornecimento de dados por agências imobiliárias e órgãos públicos, além de inexistirem incentivos à consolidação de portais de registros de transações imobiliárias, como informado por Abidoye e Chan (2018), Lima et al. (2021).

Ainda assim, parte-se do pressuposto que as amostras de apartamentos devem estar em condições de habitabilidade, pois que a depreciação física não foi considerada uma variável. E que o valor de apartamento seja função de sete variáveis de mercado (endógeno) e duas de “não-mercado” (exógeno) (Figura 2).



**Figura 2** - Procedimentos para a definição e seleção das variáveis independentes. Fonte: Autores (2023).

Acerca das variáveis de “não-mercado”, parte-se do pressuposto que o impacto de alagamento e o bem-estar urbano influenciam na valoração de um apartamento, de forma positiva ou negativa. Estas variáveis e o padrão construtivo foram relacionados a códigos. O padrão construtivo foi associado à tipologia da fachada predial e pelo fato de dispor de guarita e “hall” de entrada estruturada (com algum tipo de conforto térmico, iluminação e paisagismo) classificado em:

- Baixo (1): Fachada caracterizada por não ter revestimento cerâmico (apenas pintura) e/ou guarita e “hall” de entrada pouco estruturada;
- Moderado (2): Fachada caracterizada por não ter revestimento cerâmico (apenas pintura) ou ainda ser parte revestida e pintada, ter guarita e “hall” de entrada parcialmente estruturada;
- Alto (3): Fachada caracterizada por ter revestimento cerâmico, ter guarita e “hall” de entrada estruturada.

Quanto ao alagamento, adotou-se que, quanto maior for abrangência de área alagável num bairro, maior o impacto, classificando-o em magnitudes:

- Baixo (B) (1): área alagável é abrangente de 0%–<10% da área total do bairro;
- Moderado (M) (2): área alagável é abrangente de 10%–<50% da área total do bairro;
- Alto (A) (3): área alagável é abrangente de 50%–100% da área total do bairro.

Considera-se que o impacto de alagamentos foi associado ao risco à mobilidade. Portanto, com base em Rezende et al. (2020), o impacto foi representado pelas consequências no trânsito de automóveis e de pessoas em função do tempo de permanência do alagamento.

Acerca das condições de bem-estar urbano, recorreu-se à proposta de Ribeiro e Ribeiro (2013), que desenvolveu um índice de bem-estar urbano (IBEU) composto de dimensões da estruturação e vida urbana: mobilidade (D1), condições ambientais (D2), habitacionais (D3), serviços coletivos urbanos (D4) e a infraestrutura (D5), expresso por:

$$IBEU = \sum_{i=1}^n D_i / 5 \quad (2)$$

Em que  $D_i$  é o número de dimensões, onde  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ , cujas definições e características consideram a proporção de pessoas que:

- D1: Gastam até 1 hora no percurso da casa ao trabalho;
- D2: Residem em áreas arborizadas, com disponibilidade de lançamento de esgoto secundário no sistema de drenagem, considerando que no Brasil o sistema de esgotamento é separador absoluto, e com a disponibilidade de resíduo sólido acumulado no entorno dos domicílios;
- D3: Residem em aglomerados subnormais, em domicílio com até 2 residentes por dormitório, e até com 4 residentes por banheiro, e que habitem em domicílios com materiais das paredes e o próprio domicílio adequados ou inadequados para moradias;
- D4: Residem em domicílios com fornecimento de água e coleta de esgoto, de energia e coleta de resíduos sólidos.
- D5: Residem em domicílios cujo entorno possui logradouros com disponibilidade de iluminação pública, pavimentação, calçada, meio-fio/guia, bueiro ou boca de lobo, rampa para cadeirantes e que estejam identificados.

A confiabilidade do IBEU foi verificada pelo coeficiente Alfa de Cronbach (Pereira, 1999). O índice foi enquadrado em faixa de valores: (i) 0,001–0,500, (ii) 0,501–0,7000, (iii) 0,701–0,800, (iv) 0,801–0,900, e (v) 0,901–1,00. Para este trabalho, classificou-se o IBEU em magnitudes:

- Boa (B) (1): A variação do IBEU está entre 0,800–1,00.
- Regular (R) (2): A variação do IBEU está entre 0,701–0,800.
- Pobre (P) (3): A variação do IBEU está entre 0,001–0,700.

A compreensão do IBEU é de que uma cidade deve propiciar às pessoas condições materiais de vida a serem providas e utilizadas de forma coletiva. A dimensão imaterial não foi considerada, sem aferir vivências de desconforto, tensão, insegurança, medo, felicidade, realização, etc., identificados nos diferentes contextos sociais das metrópoles, pela segregação residencial e segmentação territorial (Ribeiro & Ribeiro, 2013).

A segunda etapa foi relacionada à aplicação do procedimento para valorar um imóvel (Figura 1). Adotou-se a regressão linear para obter um modelo estatístico para estimar o preço de apartamentos em função de  $X_1, X_2, \dots, X_n$  e suas respectivas influências (Figura 3).

Considerando 87 amostras coletadas no mercado imobiliário, recorre-se ao método MQO para obter  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ . E, para que 3ª e 4ª etapas do procedimento estatístico sejam satisfeitas, por bairro, pela Equação 1 estima-se o preço de apartamentos pelas atuais condições de amenidades. Baseado em Rajapaksa et al. (2016), influências positivas (+), negativas (-), máxima (*máx*) e mínima (*mín*) destas condições aos preços dos imóveis foram obtidas por:

$$I_i = [1 - (\hat{Y}_i' / \hat{Y}_i)] \times 100 \quad (3)$$

Em que  $I_i$  é a influência que pode ser máxima [ $I_{i(máx)}$ ] e mínima [ $I_{i(mín)}$ ] da amenidade urbana. E  $\hat{Y}_i'$  se refere ao preço de um imóvel estimado para as atuais condições de amenidades urbanas. O termo  $\hat{Y}_i$  se refere à estimação de preço do imóvel, de modo a ser possível aferir a influência de amenidades, considerando as condições de impacto de alagamentos:

- Aferir  $I_{i(máx)}$  e  $I_{i(mín)}$  do impacto “B” substitui-se o código (1)→(3) e (1)→(2), respectivamente.
- Aferir  $I_{i(máx)}$  e  $I_{i(mín)}$  do impacto “M” substitui-se o código (2)→(1) e (2)→(3), respectivamente.
- Aferir  $I_{i(máx)}$  e  $I_{i(mín)}$  do impacto “A” substitui-se o código (3)→(1) e (3)→(2), respectivamente.

E quanto às condições de bem-estar urbano:

- Aferir  $I_{i(máx)}$  e  $I_{i(mín)}$  de condições “B” substitui-se o código (1)→(3) e (1)→(2), respectivamente.
- Aferir  $I_{i(máx)}$  e  $I_{i(mín)}$  de condições “R” substitui-se o código (2)→(1) e (2)→(3), respectivamente.
- Aferir  $I_{i(máx)}$  e  $I_{i(mín)}$  de condições “P” substitui-se o código (3)→(1) e (3)→(2), respectivamente.

Obtido  $I_i$ , estima-se um preço unitário médio (R\$/m<sup>2</sup>) pelo valor de  $\hat{Y}_i$  para avaliar em quais bairros os apartamentos se valorizam (▲) ou desvalorizam (▼) frente às amenidades. Considerando a área alagável e com “pobre” e “regular” bem-estar urbano multiplicado pelo preço unitário (que se refere à desvalorização), estima-se o custo social das amenidades para os bairros de Belém/PA.

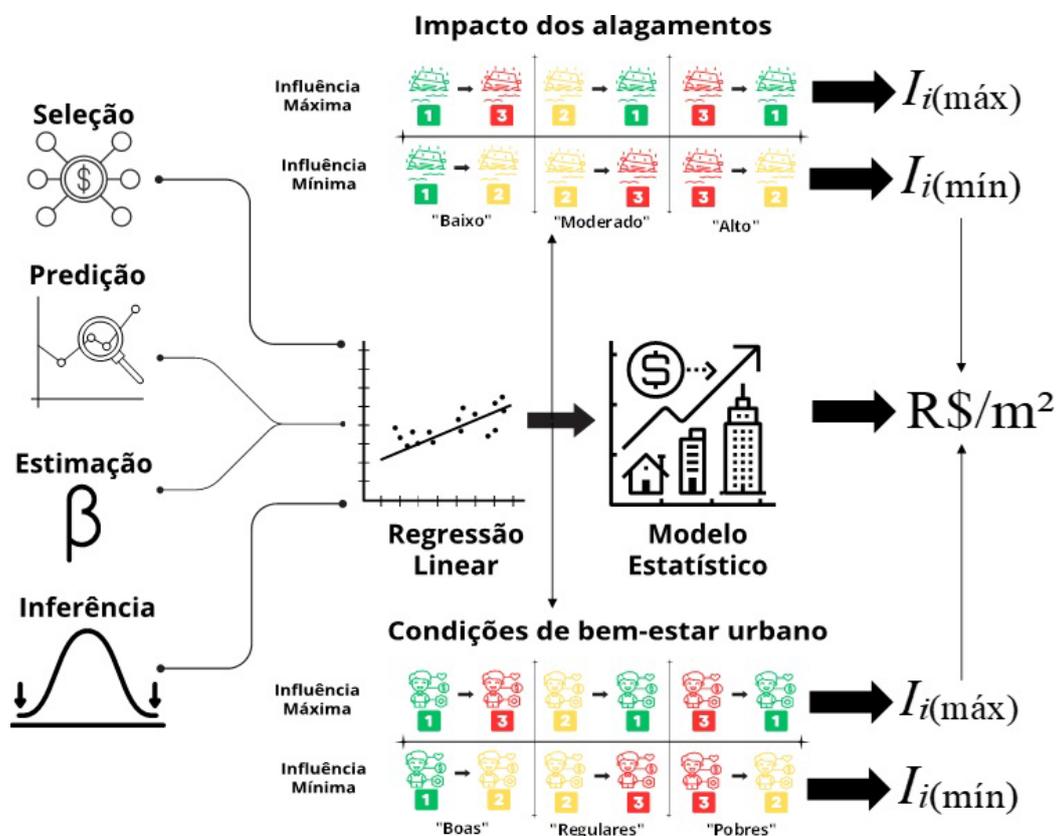
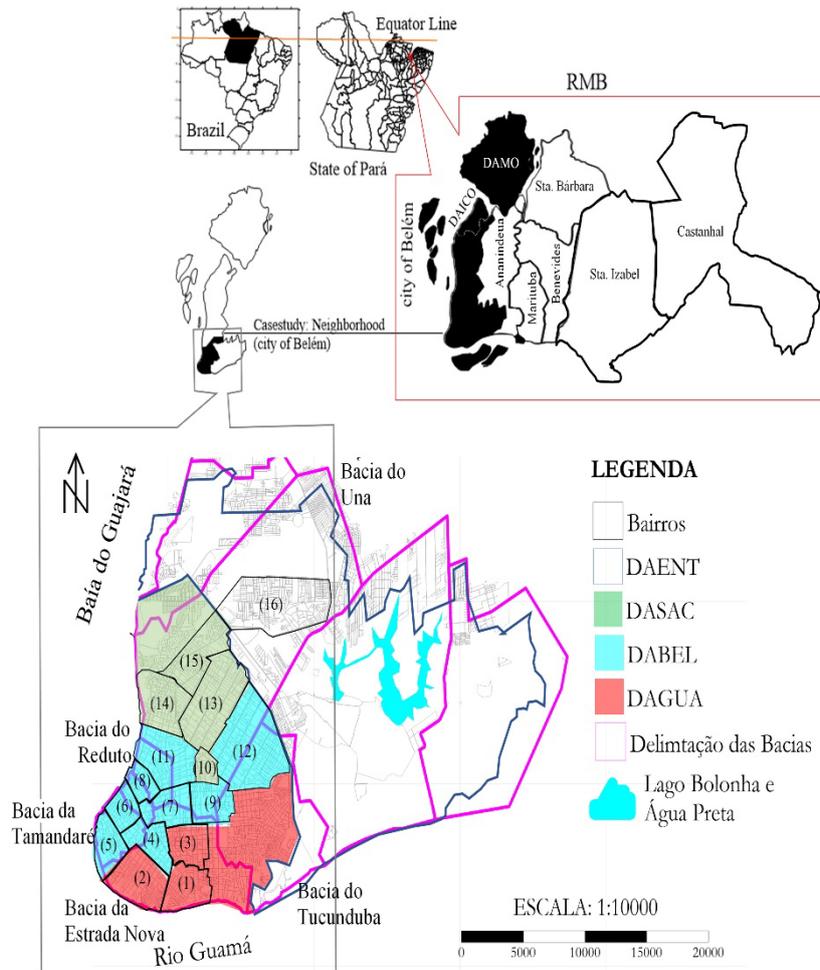


Figura 3 - Avaliação hedônica e a influência de amenidades nos preços de apartamentos. Fonte: Autores (2023).

## Caracterização da área de estudo

Considerada a metrópole da Amazônia (Duarte et al., 2013), Belém é a capital do estado do Pará, norte do Brasil, e junto com outras cidades (Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara, Santa Izabel, Castanhal), integra socioeconomicamente a região metropolitana de Belém (RMB) (Figura 4).



**Figura 4** - Caracterização e enquadramento da área de estudo. Fonte: Autores (2023).

Além de verticalizada, apenas Belém tem cerca de 60% da população da RMB, cerca 1,3 milhão de habitantes, taxa de urbanização superior a 99%, e quase 70% do PIB da região (IBGE, 2021), sendo justificável sua escolha para realizar este trabalho. A eleição da área urbana de Belém/PA é justificável pelo fato de que, dentre as metrópoles brasileiras, não há estudos sobre a influência do impacto dos alagamentos e das condições bem-estar urbano nos preços de apartamentos.

Dividida em distritos administrativos (Mosqueiro–DAMO, Sacramento–DASAC, Guamá–DAGUA, Belém–DABEL, Entroncamento–DAENT, Outeiro–DAOUT, Icoaraci–DAICO; e Bengui–DABEN), Belém tem 71 bairros, num total de 1.059.458 km<sup>2</sup> (Belém, 1994; IBGE, 2021). DABEL, DAGUA e DASC são mais urbanizados e localizam-se no delta do rio Amazonas, na foz do rio Guamá, junto à baía do Guajará, que aditado da topografia plana e de baixa elevação em relação ao nível do mar, alagamentos ocorrem principalmente durante o inverno amazônico (Pontes et al., 2017; Moreira et al., 2019). Por bairro, Pegado et al. (2014) consideraram as áreas alagáveis de Belém em cerca de 746 ha (Tabela 1).

Coincidentemente, bairros que se enquadram aos “moderado” e “alto” impacto de alagamentos são os mais verticalizados, concentrando prédios que variam entre 10-120 m de altura. A área urbana de Belém está coberta por extensa rede fluvial, em que intervenções estruturais no sistema de drenagem foram realizadas na bacia do Tamandaré, Reduto, Una, Tucunduba e Estrada Nova (Tabosa et al., 2016; Soares et al., 2018; Sombra et al., 2018).

**Tabela 1** - Caracterização dos bairros, das áreas alagáveis e condição de bem-estar urbano.

Identificação	Bairros	Distrito	Área (ha)	Área alagável (ha)	Código- $X_4$	IBEU	Código- $X_5$
(1)	Condor	DAGUA	170	100	3(A)■	0,608	3(P)■
(2)	Jurunas	DAGUA	226	84,96	3(A)■	0,703	2(R)■
(3)	Cremação	DAGUA	149	51,68	3(A)■	0,865	1(B)■
(4)	Batista campos	DABEL	144	34,72	2(M)■	0,800	2(R)■
(5)	Cidade Velha	DABEL	116	42,24	2(M)■	0,800	2(R)■
(6)	Campina	DABEL	95,8	>10	2(M)■	0,850	1(B)■
(7)	Nazaré	DABEL	150	100	1(B)■	0,790	2(R)■
(8)	Reduto	DABEL	79	48,1	2(M)■	0,810	1(B)■
(9)	São Braz	DABEL	167	15,57	2(M)■	0,888	1(B)■
(10)	Fátima	DASAC	61	52,46	3(A)■	0,800	2(R)■
(11)	Umarizal	DASAC	250	27,7	2(M)■	0,900	1(B)■
(12)	Marco	DASAC	480	9,79	1(B)■	0,821	1(B)■
(13)	Pedreira	DASAC	371	23,45	2(M)■	0,759	2(R)■
(14)	Telégrafo	DASAC	231	66,67	3(A)■	0,907	1(B)■
(15)	Sacramenta	DASAC	367	68,39	3(A)■	0,663	3(P)■
(16)	Marambaia	DAENT	421	10,69	2(M)■	0,744	2(R)■

Fonte: Autores (2023).

A bacia do Tamandaré, com 2 km<sup>2</sup>, que integra parcialmente os bairros Batista Campos (4), Cidade Velha (5) e Campina (6), ainda que atualmente lhe sejam associadas “boas” e “regulares” condições de bem-estar, intervenções no sistema de drenagem remontam à fundação colonial dos séculos XVI e XIX (Soares et al., 2018), e que ainda apresentaram “moderado” impacto dos alagamentos. A bacia do Reduto, cujas intervenções remontam à *Belle Époque*, integra as áreas parciais da Campina (6), Nazaré (7) e Umarizal (11), e integralmente o Reduto (8) (Sombra et al., 2018; Costa et al., 2021).

A bacia do Una, de 36,26 km<sup>2</sup>, que integra Marambaia (16), Sacramento (15), Telégrafo (14), Pedreira (13), Fátima (10) e parte dos bairros do Marco (12), Nazaré (7), São Braz (9) e Umarizal (4), é marcada por alagamentos (Belém, 2020). Na bacia do Tucunduba, 53,8% da área de 10,55 km<sup>2</sup> está abaixo da cota topográfica de 4 m. Com quatorze cursos d’água, 13,98 km de canais, drena integralmente dois e, parcialmente, cinco bairros, como os bairros de São Braz (9) e Marco (12) (Costa et al., 2021).

Condor (1), Jurunas (2) e Cremação (3), e parte da Batista Campos (4) e Nazaré (7), integram a bacia da Estrada Nova. Esta bacia com 9,64 km<sup>2</sup> apresenta a maior densidade populacional do município, sendo a mais crítica diante de frequentes alagamentos que atingem mais de 35% de sua área. Além disso, bairros (1), (2) e (3) carecem de serviços de esgoto e água potável, e apresentaram maior concentração de aglomerados subnormais (Santos, 2017). Pontes et al. (2013) aferiram o bem-urbano desses bairros pelo IBEU, cujas “pobres” condições foram associadas a Condor (1) e Sacramento (15). Estão em andamento obras e o planejamento de engenharia para mitigar os impactos dos alagamentos e ampliar o sistema de esgotos pelo Programa de Saneamento da Bacia da Estrada Nova (PROMABEN) (Belém, 2020).

## Resultados e discussões

### Avaliação do procedimento de modelagem estatística

Pelas 87 amostras, as variáveis disponibilidade de sacada *gourmet*, número de quartos, banheiros e suítes apresentaram  $\alpha > 5\%$ , pelo que não foram consideradas na modelagem. Apenas as variáveis que indicaram  $\alpha \leq 5\%$  foram consideradas: área privativa ( $X_1$ ), número de vagas de garagem ( $X_2$ ), padrão construtivo ( $X_3$ ), impacto de alagamentos ( $X_4$ ), IBEU ( $X_5$ ) e o preço dos apartamentos em oferta ( $Y_i$ ) (Tabela 2). O sumário da estatística descritiva está disponível nos Suplementos.

Pelo *software* SisDEA<sup>®</sup> 243, modelos foram obtidos e o melhor desempenho estimou  $R$ ,  $R^2$  e  $R^2_a$  em 0,9657; 0,9326; e 0,9276, respectivamente, associando-lhes SQR, SQE e STQ iguais a  $4,673 \times 10^{-7}$ ,  $5,067 \times 10^{-7}$  e  $5,180 \times 10^{-7}$ . Pelo modelo produzido, 93,26% das variações observadas na estimação de preços são explicados linearmente por  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  e  $X_5$ . E 6,74% dessas variações foram associadas a outras variáveis não consideradas. Por  $R^2 > 90\%$ , o poder de explicação do modelo foi considerado forte.

Em geral, as cinco variáveis conseguem explicar mais de 93% da variação do preço de mercado dos apartamentos localizados nos bairros considerados. A consistência e sensibilidade do modelo foram verificadas pela variação de  $Y$  em relação a  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  e  $X_5$ , cujos parâmetros estão na Tabela 2.

**Tabela 2** - Análise de variância (ANOVA), testes estatísticos e resultados da regressão linear.

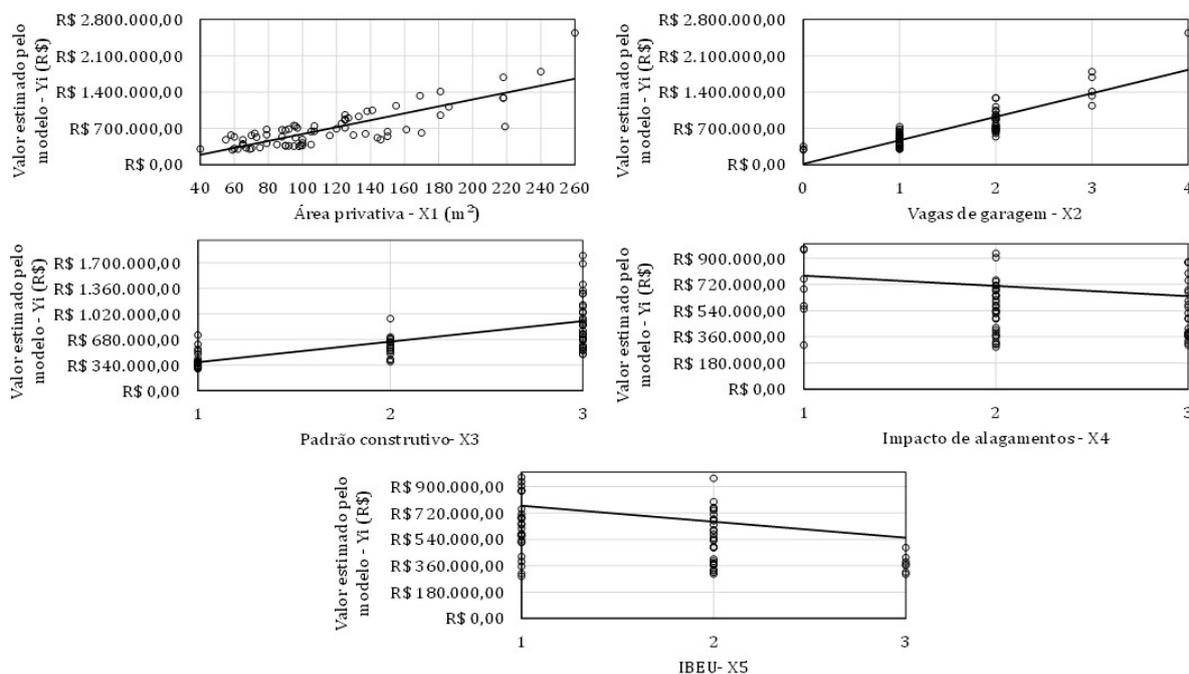
Variáveis	Transf.	Intervalo da amostra	Média	Desv.Pad	Teste-t	$\alpha$ (%)	$\beta_i$	Influência (%)
Área privativa ( $X_1$ ) (m <sup>2</sup> )	( $X_1$ )	40–260 m <sup>2</sup>	114,97	48,33	12,68	0,01	0,005354	12,50%
Vagas garagem ( $X_2$ )	( $X_2$ )	0–4	2,15	0,88	4,64	0,01	0,161339	6,67%
Padrão construtivo ( $X_3$ )	( $X_3$ )	1–3	1,70	0,68	9,23	0,01	0,226844	4,64%
Impacto de alagamentos ( $X_4$ )	1/( $X_4$ )	1–3	2,23	0,68	2,00	4,98	0,150471	-0,55%
IBEU ( $X_5$ )	1/( $X_5$ )	1–3	1,49	0,75	2,68	0,92	0,159618	-0,98%
Preço unitário ( $Y$ ) (R\$/m <sup>2</sup> )	Ln( $Y_i$ )	2.739,73–10.220,99	6.068,38	1.834,58	175,25	0,01	11,796866	

Fonte: Autores (2023).

A Figura 5 apresenta uma análise gráfica da consistência e compatibilidade com o comportamento de  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  e  $X_5$  com  $Y$ .

Além da coerência quanto às demais variáveis, pode-se notar que, quanto maior for o impacto dos alagamentos e mais pobre forem as condições de bem-estar urbano, menor será o preço dos apartamentos. Assim, considerando 10% em torno da média, o impacto esperado de  $X_4$  e  $X_5$  são negativos, refletindo no  $\hat{Y}_i$  em -0,55% e -0,98%, respectivamente. E  $X_1$ ,  $X_2$  e  $X_3$  impactaram positivamente na estimativa de preços em 12,50%, 6,67% e 4,64%, respectivamente.

Pela combinação das variáveis explicativas, o modelo para estimar preços é compatível com a realidade, possibilitando realizar inferência na população de apartamentos, pois para cada variável apresentou  $\alpha \leq 5\%$ , e confiabilidades superiores a 95%. O modelo global foi confiabilidade em 99,99%, pois o teste-F avaliou  $\alpha = 1\%$ . No geral, a modelagem não violou as hipóteses de Gauss-Markov. Pela regra dos  $3\sigma$ , os erros se enquadraram em  $1\sigma$  [71%],  $1,64\sigma$  [89%] e  $1,96\sigma$  [95%], apresentando distribuição normal, não realizando o teste qui-quadrado.



**Figura 5** - Relação entre as variáveis  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  e  $X_5$ , e a variável  $\hat{Y}_t$ . Fonte: Autores (2023).

Pelo cálculo do VIF, indicou-se não colinearidade entre  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  e  $X_5$ . Ainda avaliaram-se erros padrões atípicos (<5% da amostra, não sendo excluídos) e não se detectaram dados influenciadores pela estatística de Cook. Ainda que a avaliação gráfica da homocedasticidade tenha sido suficiente para sua validação, realizou-se o teste de White. Os resultados e procedimentos estão nos Suplementos.

### A influência dos impactos de alagamentos nos preços de apartamentos

Pelas amostras representativas de cada um dos bairros considerados nesta pesquisa, notou-se que aqueles mais impactados pelos alagamentos tiveram os preços dos apartamentos depreciados entre 2,48%-10,55%. Esses percentuais alinharam-se à pesquisa de McKenzie & Levendis (2010), que estimaram desvalorização de 4,6% em imóveis localizados em áreas suscetíveis a inundações nos EUA.

Entretanto, de acordo com Eves (2004), imóveis no Reino Unido localizados em áreas suscetíveis a inundações podem sofrer depreciação entre 5%-40%, em comparação a imóveis localizados em áreas não inundáveis.

Esses percentuais foram constatados nos bairros da Batista Campos (4), Cidade Velha (5), Campina (6), Reduto (8), Umarizal (11), Pedreira (13) e Marambaia (16), que se desvalorizaram em até 7,81%. Apartamentos localizados na Condor (1), Jurunas (2), Cremação (3), Fátima (10), Telégrafo (14) e Sacramento (15) depreciaram até 10,55%.

Ainda que depreciações de 23% tenham sido constatadas em imóveis localizados em áreas de inundações com risco de ocorrência em 500 anos, no rio Flint, na Geórgia (EUA), Atreya et al. (2013) apontam que tal percentual é fracamente significativo.

Em geral, em Belém, a influência negativa no preços de apartamentos nos bairros de “moderado” impacto foram 2,48%-7,81%. Em bairros de “alto” impacto, indicaram influência negativa entre 2,54%-10,55%, alinhados a Rajapaksa et al. (2016) (Tabela 3).

**Tabela 3** - Influência do impacto dos alagamentos e a (des)valorização nos preços de apartamentos.

Impactos de alagamentos	Influência mínima [ $I_{i(\min)}$ ] e máxima [ $I_{i(\max)}$ ] do impacto dos alagamentos	(Des)valorização mínima e máxima sobre os preços unitários de apartamentos
Baixo (B)	(+)7,25% (+)9,54%	R\$391,86/m <sup>2</sup> (▲) R\$691,11/m <sup>2</sup> (▲)
Moderado (M)	(-)2,48% (-)7,81%	R\$103,13/m <sup>2</sup> (▼) R\$723,42/m <sup>2</sup> (▼)
Alto (A)	(-)2,54% (-)10,55%	R\$124,75/m <sup>2</sup> (▼) R\$ 801,14/m <sup>2</sup> (▼)

Fonte: Autores (2023).

Em bairros onde o impacto é “baixo”, houve influência positiva sobre os preços entre 7,25%- 9,54%, associadas a Nazaré (7) e Marco (12). Esta influência pode estar associada à implantação de medidas de controle de inundações, coadunando-se a Lezcano (2004), que encontrou valorização de até 17% no preço de um imóvel.

Em termos de preço unitário, notou-se que em bairros de “alto” a “moderado” impacto de alagamentos, apartamentos se desvalorizaram entre R\$103,13/m<sup>2</sup>-R\$801,14/m<sup>2</sup>. Esses valores se alinharam a Zhai et al. (2003), que constataram desvalorização em 8.888,3 yen/m<sup>2</sup> (cerca de R\$ 354,81/m<sup>2</sup>) em áreas mais sujeitas a inundação no Japão. Os bairros com “baixo” impacto de alagamentos, como (7) e (12), apresentaram tendência à valorização entre R\$391,89/m<sup>2</sup>-R\$691,11/m<sup>2</sup> (Tabela 4).

**Tabela 4** - A influência dos impactos de alagamentos nos preços unitários de apartamentos da cidade de Belém/PA.

Identificação	Bairros	(Des)valorização média sobre o preço unitário de apartamentos	
		Mínima	Máxima
(1)	Condor	R\$124,75/m <sup>2</sup> (▼)	R\$558,85/m <sup>2</sup> (▼)
(2)	Jurunas	R\$137,41/m <sup>2</sup> (▼)	R\$615,56/m <sup>2</sup> (▼)
(3)	Cremação	R\$178,84/m <sup>2</sup> (▼)	R\$801,14/m <sup>2</sup> (▼)
(4)	Batista campos	R\$144,08/m <sup>2</sup> (▼)	R\$490,09/m <sup>2</sup> (▼)
(5)	Cidade Velha	R\$103,13/m <sup>2</sup> (▼)	R\$350,81/m <sup>2</sup> (▼)
(6)	Campina	R\$129,25/m <sup>2</sup> (▼)	R\$439,63/m <sup>2</sup> (▼)
(7)	Nazaré	R\$391,86/m <sup>2</sup> (▲)	R\$503,29/m <sup>2</sup> (▲)
(8)	Reduto	R\$134,97/m <sup>2</sup> (▼)	R\$459,11/m <sup>2</sup> (▼)
(9)	São Braz	R\$170,08/m <sup>2</sup> (▼)	R\$578,53/m <sup>2</sup> (▼)
(10)	Fátima	R\$138,01/m <sup>2</sup> (▼)	R\$618,21/m <sup>2</sup> (▼)
(11)	Umarizal	R\$212,68/m <sup>2</sup> (▼)	R\$723,42/m <sup>2</sup> (▼)
(12)	Marco	R\$538,10/m <sup>2</sup> (▲)	R\$691,11/m <sup>2</sup> (▲)
(13)	Pedreira	R\$134,06/m <sup>2</sup> (▼)	R\$455,99/m <sup>2</sup> (▼)
(14)	Telégrafo	R\$173,07/m <sup>2</sup> (▼)	R\$775,31/m <sup>2</sup> (▼)
(15)	Sacramenta	R\$161,88/m <sup>2</sup> (▼)	R\$725,14/m <sup>2</sup> (▼)
(16)	Marambaia	R\$172,36/m <sup>2</sup> (▼)	R\$586,28/m <sup>2</sup> (▼)
<b>Total</b>	-	<b>R\$1.184,61/m<sup>2</sup> (▼)</b>	<b>R\$6.983,68 (▼)</b>

Fonte: Autores (2023).

### A Influência das condições de bem-estar urbano nos preços de apartamentos

A influência do bem-estar urbano no preço de apartamentos nos bairros (2), (4), (5), (7), (10), (13) e (16) sugeriu depreciação entre 2,70%-8,31%. Na Condor (1) e Sacramenta (15), as “pobres” condições tenderam depreciações entre 2,70%-11,23%. Os preços de apartamentos em bairros com “boas” condições, tenderam influência positiva de 7,67%-10,09% (Tabela 5).

**Tabela 5** - Influência das condições de bem-estar urbano na (des)valorização nos preços de apartamentos.

Condições de bem-estar urbano	Influência mínima [ $I_{i(\min)}$ ] e máxima [ $I_{i(\max)}$ ] das condições de bem-estar urbano	(Des)valorização mínima e máxima sobre os preços unitários de apartamentos
Boas (B)	(+)7,67% (+)10,09%	R\$369,60/m <sup>2</sup> (▲) R\$779,34/m <sup>2</sup> (▲)
Regulares (R)	(-)2,70% (-) 8,31%	R\$109,32/m <sup>2</sup> (▼) R\$626,22/m <sup>2</sup> (▼)
Pobres (P)	(-)2,70% (-)11,23%	R\$132,64/m <sup>2</sup> (▼) R\$776,33/m <sup>2</sup> (▼)

Fonte: Autores (2023).

Pelos percentuais de  $I_i$ , notou-se que nos bairros (1), (2), (4), (5), (7), (10), (13), (15) e (16), por estarem enquadrados em áreas com condições de bem-estar “regulares” e “pobres”, houve tendência de preços de apartamentos se desvalorizarem entre R\$109,32/m<sup>2</sup>-R\$776,33/m<sup>2</sup>.

Enquadrados em “boas” condições de bem-estar, os bairros (3), (6), (8), (9), (11), (12) e (14) valorizaram preços de apartamento, encarecendo-os entre R\$369,60/m<sup>2</sup>-R\$779,34/m<sup>2</sup>. Importante observar que, mesmo em bairros de “alto” impacto para alagamentos, como Cremação (3) e Telégrafo (14), houve desvalorização de até R\$801,14/m<sup>2</sup> e R\$775,31/m<sup>2</sup>, respectivamente; “boas” condições de bem-estar valorizou apartamentos, encarecendo-os em até R\$623,29/m<sup>2</sup> e R\$603,19/m<sup>2</sup>.

Já nos bairros (6), (8), (9) e (11), que se enquadram no “moderado” impacto de alagamento e que desvalorizaram até 7,81%, pelo fato de estarem inseridos em área com “boas” condições de bem-estar, os apartamentos se valorizaram em até 10,09%, a ponto de encarecê-los em até R\$473,61/m<sup>2</sup>, R\$494,60/m<sup>2</sup>, R\$623,25/m<sup>2</sup> e R\$779,34/m<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 6).

**Tabela 6** - A influência do bem-estar urbano nos preços unitários de apartamentos da cidade de Belém/PA.

Identificação	Bairros	(Des)valorização média sobre o preço unitário de apartamentos	
		Mínima	Máxima
(1)	Condor	R\$132,64/m <sup>2</sup> (▼)	R\$598,30/m <sup>2</sup> (▼)
(2)	Jurunas	R\$138,53/m <sup>2</sup> (▼)	R\$474,83/m <sup>2</sup> (▼)
(3)	Cremação	R\$486,40/m <sup>2</sup> (▲)	R\$623,29/m <sup>2</sup> (▲)
(4)	Batista Campos	R\$152,72/m <sup>2</sup> (▼)	R\$523,48/m <sup>2</sup> (▼)
(5)	Cidade Velha	R\$109,32/m <sup>2</sup> (▼)	R\$374,71/m <sup>2</sup> (▼)
(6)	Campina	R\$369,60/m <sup>2</sup> (▲)	R\$473,61/m <sup>2</sup> (▲)
(7)	Nazaré	R\$153,03/m <sup>2</sup> (▼)	R\$524,54/m <sup>2</sup> (▼)
(8)	Reduto	R\$385,97/m <sup>2</sup> (▲)	R\$494,60/m <sup>2</sup> (▲)
(9)	São Braz	R\$486,37/m <sup>2</sup> (▲)	R\$623,25/m <sup>2</sup> (▲)
(10)	Fátima	R\$139,13/m <sup>2</sup> (▼)	R\$476,87/m <sup>2</sup> (▼)
(11)	Umarizal	R\$608,18/m <sup>2</sup> (▲)	R\$779,34/m <sup>2</sup> (▲)
(12)	Marco	R\$566,93/m <sup>2</sup> (▲)	R\$726,48/m <sup>2</sup> (▲)
(13)	Pedreira	R\$142,10/m <sup>2</sup> (▼)	R\$487,05/m <sup>2</sup> (▼)
(14)	Telégrafo	R\$470,71/m <sup>2</sup> (▲)	R\$603,19/m <sup>2</sup> (▲)
(15)	Sacramenta	R\$172,11/m <sup>2</sup> (▼)	R\$776,33/m <sup>2</sup> (▼)
(16)	Marambaia	R\$182,70/m <sup>2</sup> (▼)	R\$626,22/m <sup>2</sup> (▼)
<b>Total</b>	-	<b>R\$109,32/m<sup>2</sup>(▼)*</b>	<b>R\$538,57/m<sup>2</sup>(▼)</b>

\*Ainda que o balanço do preço unitário médio dos bairros tenha sido positivo, para estimar mínimos custos sociais do bem-estar urbano sobre o mercado imobiliário, adotou-se como referência este preço como o mínimo. Fonte: Autores (2023).

Na área urbana de Belém/PA, o bairro que mais valorizou o preço de apartamentos, por estar situado em área com “boas” condições de bem-estar, foi Umarizal (11), tornando-os mais caros em até R\$779,34/m<sup>2</sup>. Já o menos valorizado foi Campina (6), encarecendo preços de apartamentos em R\$369,60/m<sup>2</sup>.

Os bairros mais desvalorizados foram a Cidade Velha (5) e Sacramenta (15), com a diminuição de preços de apartamentos em R\$109,32/m<sup>2</sup> e até R\$776,33/m<sup>2</sup>, pois estão situados em área de “regular” e “pobre” condições de bem-estar urbano, respectivamente.

Nestes termos, Zulkarnain et al. (2020) analisaram que a valorização pode ocorrer não diretamente pelas inundações, mas, sobretudo, com efeito da localização do imóvel que possui atributos suficientes para que o impacto de alagamentos não influencie negativamente nos preços de bens imóveis a ponto desvalorizá-lo.

Ainda que alguns estudos não tenham apresentado substancial diferença (e.g., Daniel et al., 2009), a influência negativa dos alagamentos nos preços de apartamentos pode apresentar variações quando as amostras forem coletadas no verão (e.g., Bin & Polasky, 2004).

Em geral, neste estudo, nas áreas impactadas pelos alagamentos (>746,42 ha), se considerarmos as perdas associadas aos preços de apartamentos por condições de bem-estar, estima-se desvalorização de até R\$538,57/m<sup>2</sup>. Assim, não investir em transporte, habitação, saneamento e planejamento urbano pode acarretar prejuízos entre R\$816 milhões e R\$4,02 bilhões no mercado de apartamentos nos bairros mais verticalizados de Belém/PA, i.e., cerca de 13% do PIB da cidade.

Embora apontados por Nina & Szlafsztein (2018); Thanvisitthpon et al. (2020), associados ao mercado imobiliário, os alagamentos e as pobres condições de bem-estar urbano podem impactar negativamente no custo social e na renda dos habitantes, bem como no PIB de uma cidade.

## Conclusões

Este trabalho se propõe a avaliar a influência dos impactos dos alagamentos e das condições de bem-estar urbano no preço de oferta de apartamentos para fins residenciais na cidade de Belém/PA. Para tanto, desenvolveu-se metodologia baseada na teoria hedônica, utilizando a inferência estatística, cujos regressores foram estimados pelo método MQO.

Aplicando o modelo hedônico na zona urbana que concentra cerca de 16 bairros mais verticalizados e urbanizados de Belém/PA, observou-se uma respectiva desvalorização de até 10,55% e 11,23% dos preços localizados em bairros com grau de impacto “moderado” e “alto” de alagamento, e onde as condições de bem-estar urbano foram classificadas como “pobre” e “regular”. Entretanto, bairros com grau de impacto “baixo” de alagamento e “boas” condições de bem-estar urbano apresentaram-se valorizados em até 9,54% e 10,09%, respectivamente.

Portanto, a segurança contra alagamentos agrega mais valor a um bem imóvel do que a insegurança, da mesma forma que melhorias nas condições de bem-estar urbano, impactam sobre o mercado de apartamento para fins residenciais. Por conseguinte, impactos de alagamentos e a falta de condições de bem-estar urbano podem representar alto custo social para as cidades.

Estas conclusões basearam-se nos dados catalogados e na metodologia desenvolvida que permitiram aferir sobre a influência dessas amenidades sobre o preço de apartamentos residenciais situado em bairros de Belém. Entretanto, convém considerar que a inserção de outros fatores exógenos ou endógenos podem influenciar preços de apartamentos, valorizando-os e/ou desvalorizando-os. Assim,

para trabalhos futuros, outras amenidades podem influenciar o mercado de bens imóveis em cidades da Amazônia brasileira, como a cobertura vegetal, a poluição do ar atmosférico e sonora, criminalidade, etc.

Finalmente, este estudo pode auxiliar a implementação de eficazes políticas públicas de transporte, habitação, saneamento e planejamento urbano para mitigar impactos e melhorar as condições de bem-estar urbanas das cidades amazônicas, pois tais implementações apresentam-se como preponderantes para a valoração do mercado imobiliário de apartamentos.

## Declaração de disponibilidade de dados

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste artigo está disponível no SciELO DATA e pode ser acessado em <https://doi.org/10.48331/scielodata.1NUIVA>

## Referências

- Abidoye, R. B., & Chan, A. P. C. (2018). Achieving property valuation accuracy in developing countries: the implication of data source. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 11(3), 573-585. <http://doi.org/10.1108/IJHMA-07-2017-0068>.
- Andrade, M. O., & Maia, M. L. A. (2007). Aplicação do modelo dos preços hedônicos para avaliação da influência da acessibilidade ao transporte público sobre o preço da terra urbana. In *XXI ANPET - Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes* (pp. 1-12). Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2011). *NBR 14653-2: Avaliação de bens Parte 2: Imóveis Urbanos*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Atreya, A., & Czajkowski, J. (2019). Graduated Flood Risks and Property Prices in Galveston County. *Real Estate Economics*, 47(3), 807-844. <http://doi.org/10.1111/1540-6229.12163>.
- Atreya, A., Ferreira, S., & Kriesel, W. (2013). Forgetting the Flood? An Analysis of the Flood Risk Discount over Time. *Land Economics*, 89(4), 577-596. <http://doi.org/10.3368/le.89.4.577>.
- Barcellos, D. F. (2013). *Proposição de métodos de valoração para avaliação de impactos socioambientais de desastres naturais: o caso das inundações na região serrana do estado do Rio de Janeiro em 2011* (Monografia de bacharelado). Universidade de Brasília, Brasília.
- Belém. Prefeitura Municipal. (2020). *Plano Municipal de Saneamento Básico de Belém/PA. Sistema de Esgotamento Sanitário*. Recuperado em 21 de março de 2023, de <https://arbel.belem.pa.gov.br/legislacao/pmsb-plano-municipal-de-saneamento-basico/>
- Belém. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Coordenação Geral do Planejamento e Gestão -SEGEP. (1994, 5 de janeiro). *Lei nº 7.682, de 05 de janeiro de 1994. Dispõe sobre a regionalização administrativa do município de Belém, delimitando os respectivos espaços territoriais dos distritos administrativos e dá outras providências*. Belém: Diário Oficial do Município.
- Below, S., Beracha, E., & Skiba, H. (2015). Land erosion and coastal home values. *Journal of Real Estate Research*, 37(4), 499-536. <http://doi.org/10.1080/10835547.2015.12091427>.
- Beltrán, A., Maddison, D., & Elliott, R. (2019). The impact of flooding on property prices: a repeat-sales approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 95, 62-86. <http://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.02.006>.
- Bin, O., & Landry, C. E. (2013). Changes in implicit flood risk premiums: empirical evidence from the housing market. *Journal of Environmental Economics and Management*, 65(3), 361-376. <http://doi.org/10.1016/j.jeem.2012.12.002>.

- Bin, O., & Polasky, S. (2004). Effects of flood hazards on property values: evidence before and after hurricane floyd. *Land Economics*, 80(4), 490-500. <http://doi.org/10.2307/3655805>.
- Borges, C. A. R. F., Marim, G. C., & Rodrigues, J. E. C. (2012). Mapeamento da cobertura vegetal do bairro da Marambaia–Belém/PA. *REVSB AU*, 7(4), 16-26. <http://doi.org/10.5380/revsbau.v7i4.66540>.
- Campos, R. B. A. (2017). O mercado imobiliário residencial no município de São Paulo: uma abordagem de preços hedônicos espacial. *Nova Economia*, 27(1), 303-337. <http://doi.org/10.1590/0103-6351/2441>.
- Ciarlini, M. G. C., de Sousa Ramos, F., & de Oliveira Ferreira, M. (2022). Locação de imóveis: uma aplicação de preços hedônicos para a cidade do Recife. *Revista Economica do Nordeste*, 53(2), 124-143. <http://doi.org/10.61673/ren.2022.1328>.
- Cohen, J. P., Barr, J., & Kim, E. (2021). Storm surges, informational shocks, and the price of urban real estate: An application to the case of Hurricane Sandy. *Regional Science and Urban Economics*, 90, 103694. <http://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2021.103694>.
- Cook, R. D. (1977). Detection of influential observation in linear regression. *Technometrics*, 19(1), 15-18. <http://doi.org/10.1080/00401706.1977.10489493>.
- Costa, F. E. V., Soares, D. A. S., Brasil, A. P. M. S., Silva, S. L. B., Rodrigues, V. V., Cyrus, A. R. C., Urbano, F. W., Pereira, S. C. O. N., & Paz, M. M. (2021). A complexidade da questão dos rios urbanos nas cidades amazônicas: o caso de Belém/PA. In W. O. Ribeiro, A. P. M. S. Brasil, & F. E. V. Costa (Orgs.), *Cidades amazônicas: formas, processos e dinâmicas recentes na região de influência de Belém* (pp. 240-274). Belém: EDUEPA.
- Daniel, V. E., Florax, R. J. G. M., & Rietveld, P. (2009). Flooding risk and housing value: an economic assessment of environmental hazard. *Ecological Economics*, 69(2), 355-365. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.08.018>.
- Duarte, A. M., de Souza Angelim, E. C., das Neves, R. M., Duarte, A. R. C. L. M., Maneschy, C. E. A., Nascimento, D. M., & Haddad, E. (2013). The influence of urban violence and land title irregularity on the market value of properties: a case study in Belém, an Amazon metropolis. *Cities (London, England)*, 35, 147-155. <http://doi.org/10.1016/j.cities.2013.07.006>.
- Eves, C. (2004). The impact of flooding on residential property buyer behaviour: an England and Australian comparison of flood affected property. *Structural Survey*, 22(2), 84-94.
- Farias, F. A., Franca, H. O. O., & Brandstetter, M. C. G. O. (2020). Indicadores de oferta do mercado imobiliário goianiense – análise de bairros. In *Anais do 18º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído* (pp. 1-8). Porto Alegre: ANTAC.
- Fávero, L. P. L., Belfiore, P. P., & Lima, G. A. S. F. (2008). Modelos de precificação hedônica de imóveis residenciais na região metropolitana de São Paulo: uma abordagem sob as perspectivas da demanda e da oferta. *Estudos Econômicos*, 38(1), 73-96. <http://doi.org/10.1590/S0101-41612008000100004>.
- Filippova, O., Nguyen, C., Noy, I., & Rehm, M. (2020). Who Cares? Future Sea Level Rise and House Prices. *Land Economics*, 96(2), 207-224. <http://doi.org/10.3368/le.96.2.207>.
- Franco, S. F., & Macdonald, J. L. (2018). Measurement and valuation of urban greenness: remote sensing and hedonic applications to Lisbon, Portugal. *Regional Science and Urban Economics*, 72, 156-180. <http://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2017.03.002>.
- Freeman, R., Liang, W., Song, R., & Timmins, C. (2019). Willingness to pay for clean air in China. *Journal of Environmental Economics and Management*, 94, 188-216. <http://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.01.005>.
- Gazola, S. (2002). *Construção de um modelo de regressão para avaliação de imóveis* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Gregoletto, D. (2013). *Impactos de Edifícios Altos na Percepção da Estética Urbana* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- Hermann, B. M., & Haddad, E. A. (2005). Mercado imobiliário e amenidades urbanas: a view through the window. *Estudos Econômicos*, 35(2), 237-269. <http://doi.org/10.1590/S0101-41612005000200001>.
- Hitaj, C., Lynch, L., Mcconnell, K. E., & Tra, C. I. (2018). The value of ozone air quality improvements to renters: evidence from apartment building transactions in Los Angeles County. *Ecological Economics*, 146, 706-721. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.12.022>.
- Hodge, T. R. (2021). Flooding and the Value of Agricultural Land. *Land Economics*, 97(1), 59-79. <http://doi.org/10.3368/le.97.1.061019-0075R1>.
- Huang, Y. (2021). Salience of hazard disclosure and house prices: evidence from Christchurch, New Zealand. *Regional Science and Urban Economics*, 88, 103679. <http://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2021.103679>.
- Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – IBAPE. (2011). *Norma para Avaliação de Imóveis Urbanos*. São Paulo: IBAPE.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2021). *IBGE Cidades*. Recuperado em 27 de janeiro de 2023, de <https://cidades.ibge.gov.br/>
- John, E. M. C., & Porsse, A. A. (2016). Análise de Preços Hedônicos no Mercado Imobiliário de Apartamentos em Curitiba. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, 37(130), 99-115.
- Jung, E., & Yoon, H. (2018). Is flood risk capitalized into real estate market value? a mahalnobis-metric matching approach to the housing market in Gyeonggi, South Korea. *Sustainability (Basel)*, 10(11), 4008. <http://doi.org/10.3390/su10114008>.
- Koster, H. R. A., & van Ommeren, J. (2015). A shaky business: natural gas extraction, earthquakes and house prices. *European Economic Review*, 80, 120-139. <http://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2015.08.011>.
- Lamond, J., Proverbs, D., & Hammond, F. (2010). The impact of flooding on the price of residential property: a transactional analysis of the UK market. *Housing Studies*, 25(3), 335-356. <http://doi.org/10.1080/02673031003711543>.
- Lezcano, L. M. (2004). *Análise do efeito do risco de cheia no valor de imóveis pelo método dos preços hedônicos* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Lima, G. V. B. A. (2021). *Influência de inundações no valor de aluguel de imóveis comerciais em Belém, Brasil*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Lima, G. V. B., Gandra, A. C. C., Moreira, F. P. G., & Bassalo, G. H. M. (2021). Real estate tendencies in high-rise residential buildings: case study in Belém, Amazonia, Brazil. *Journal of Urban Planning and Development*, 147(4), 05021033. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000748](http://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000748).
- Martins, J. S. (2012). *Preços de imóveis residenciais novos no Rio de Janeiro: estimação através da metodologia de preços hedônicos* (Dissertação de mestrado). Escola de Pós-Graduação em Economia, Fundação Getúlio Vargas - FGV, Rio de Janeiro.
- McKenzie, R., & Levendis, J. (2010). Flood hazards and urban housing markets: the effects of Katrina on New Orleans. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 40(1), 62-76. <http://doi.org/10.1007/s11146-008-9141-3>.
- Mendes, C. M. (1992). *O edifício no jardim, um plano destruído. A verticalização de Maringá* (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2006). *Introduction to linear regression analysis*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons. Inc.
- Montgomery, D., & Runger, G. (2012). *Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros* (5. ed.). Rio de Janeiro: Editora LCT.

- Moore, M. R., Doubek, J. P., Xu, H., & Cardinale, B. J. (2020). Hedonic price estimates of lake water quality: valued attribute, instrumental variables, and ecological-economic benefits. *Ecological Economics*, 176, 106692. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106692>.
- Moreira, F. S. A., Dias, G. F. M., Vitorino, M. I., & Silva, J. C. C. (2019). Efeitos da precipitação e topografia para o risco de inundações na cidade de Belém-PA. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 12(07), 2716-2728. <http://doi.org/10.26848/rbgf.v12.7.p2716-2728>.
- Nina, A. S., & Szlafsztein, C. F. (2018). As Inundações de 2009 na Amazônia e suas relações com o desenvolvimento sustentável: impactos ao produto interno bruto municipal. *GEOgraphia*, 20(43), 1-23.
- Nunes, D. B., Barros, J. D. P., & Freitas, S. M. D. (2019). Modelo de regressão linear múltipla para avaliação do valor de mercado de apartamentos residenciais em Fortaleza, CE. *Ambiente Construído*, 19(1), 89-104. <http://doi.org/10.1590/s1678-86212019000100295>.
- Oliveira, J. M. G. C. (2007). A verticalização nos limites da produção do espaço: parâmetros comparativos entre Barcelona e Belém. In *Anais do 9º Colóquio Internacional de Geocrítica*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Recuperado em 15 de junho de 2023, de <https://www.ub.edu/geocrit/9porto/coimbra.htm>
- Ortega, F., & Taşpınar, S. (2018). Rising sea levels and sinking property values: Hurricane Sandy and New York's housing market. *Journal of Urban Economics*, 106, 81-100. <http://doi.org/10.1016/j.jue.2018.06.005>.
- Paixão, L. A. R., & Luporini, V. (2020). Índice de preços hedônicos para apartamentos: uma aplicação a dados fiscais de Belo Horizonte, 1995-2012. *Economia e Sociedade (Campinas)*, 29(3), 967-993. <http://doi.org/10.1590/1982-3533.2020v29n3art12>.
- Pegado, R. S., Blanco, C. J. C., Roehrig, J., Carocha, C., & Costa, F. S. (2014). Risco de Cheia e Vulnerabilidade: Uma abordagem às Inundações Urbanas de Belém/Pará/Brasil. *Revista Territorium*, 21(21), 71-76. [http://doi.org/10.14195/1647-7723\\_21\\_6](http://doi.org/10.14195/1647-7723_21_6).
- Pereira, J. C. R. (1999). *Análise de dados qualitativos*. São Paulo: EDUSP.
- Pinheiro, A. D. C. L., & Ponte, J. P. X. (2021). *Identificação e caracterização das relações interfederativas na região metropolitana de Belém: interfaces com a construção da PNDU: componente A: relatório de pesquisa*. Recuperado em 21 de março de 2023, de <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10451>
- Poitras, G. (2006). More on the correct use of omnibus tests for normality. *Economics Letters*, 90(3), 304-309. <http://doi.org/10.1016/j.econlet.2005.08.016>.
- Pontes, J. P. X., Lima, J. J. F., Cardoso, A. C. D., & Rodrigues, R. M. (2013). Análise do IBEU Local – Região Metropolitana de Belém-PA. In L. C. Q. Ribeiro, & M. G. Ribeiro (Orgs.), *IBEU: índice de bem-estar urbano*. Rio de Janeiro: Letra Capital. Recuperado em 20 de fevereiro de 2023, de <https://ibeu.observatoriodasmetrololes.net.br/ibeu-belem/>
- Pontes, M. L. C., Lima, A. M. M., Silva Júnior, J. A., & Azevedo Sadeck, C. C. (2017). Dinâmica das áreas de várzea do município de Belém/PA e a influência da precipitação pluviométrica na formação de pontos alagamentos. *Caderno de Geografia*, 27(49), 285-303. <http://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2017v27n49p285>.
- Rajapaksa, D., Wilson, C., Managi, S., Hoang, V., & Lee, B. (2016). Flood risk information, actual floods and property values: a quasi-experimental analysis. *Economic Record*, 92, n. S1, 52-67. <http://doi.org/10.1111/1475-4932.12257>.
- Rezende, O. M., Franco, A. B. R. C., Beleño de Oliveira, A. K., Miranda, F. M., Pitzer Jacob, A. C., Sousa, M. M., & Miguez, M. G. (2020). Mapping the flood risk to Socioeconomic Recovery Capacity through a multicriteria index. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120251. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120251>.
- Ribeiro, L. C. D. Q., & Ribeiro, M. G. (2013). *Índice de Bem-Estar Urbano (IBEU)*. Rio de Janeiro: Letra Capital/Observatório das Metrôloles.
- Ribeiro, M. D. (2021). *Risco de Inundação e seus Impactos no Valor de Mercado de Imóveis na Bacia do Rio Tubarão/Sc* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

- Rocha, R. D. M., & Magalhães, A. (2013). Valoração das amenidades urbanas: uma estimação a partir dos diferenciais salariais e do custo de habitação para as regiões metropolitanas brasileiras. *Revista de Economia Contemporânea*, 17(1), 69-98. <http://doi.org/10.1590/S1415-98482013000100003>.
- Rodrigues, J. E. C., & Luz, L. M. (2012). *Atlas de áreas verdes da cidade de Belém*. Belém: Grupo Acadêmico Produção do Território e Meio Ambiente na Amazônia - GAPTA/UFPA.
- Rosen, S. (1974). Hedonic price and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 35-55. <http://doi.org/10.1086/260169>.
- Santos, C. M. S. (2017). *O uso da drenagem como método de avaliação de desempenho da ocupação urbana: uma reflexão sobre a Avenida Augusto Montenegro* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Schaeffer, Y., & Dissart, J. C. (2018). Natural and environmental amenities: a review of definitions, measures and issues. *Ecological Economics*, 146, 475-496. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.12.001>.
- Seabra, D. M. S., Silveira Neto, R. M., & Menezes, T. A. (2016). Amenidades urbanas e valor das residências: uma análise empírica para a cidade do Recife. *Economia Aplicada*, 20(1), 143-169.
- Soares, A. A. S., Carvalho, A. C., Soares, D. A. S., & Bastos, R. Z. (2018). Fundamentos para a gestão das inundações periódicas nas planícies de Belém (Pará-Brasil) com vistas ao seu desenvolvimento local. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 39, 1-20.
- Soares, V. A. (2018). *Análise de valor de áreas verdes como elemento componente do produto imobiliário na cidade de Belém* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Sombra, D., Leite, A. S., Quaresma, M., Moraes, M. P., & Alves, C. N. (2018). Crônica espacial de Belém: espaço geográfico e classes sociais. *GeoDiálogos*, 1(9), 15-56.
- Tabosa, R., Sombra, D., Leite, A., & Castro, C. (2016). Revisão histórico-geográfica da gestão pública sobre o sistema de abastecimento hídrico de Belém-PA. *InterEspaço: Geografia e Interdisciplinaridade*, 2(5), 196-220. <https://doi.org/10.18766/2446-6549/interespaco.v2n5p196-220>.
- Thanvisitthpon, N., Shrestha, S., Pal, I., Ninsawat, S., & Chaowiwat, W. (2020). Assessment of flood adaptive capacity of urban areas in Thailand. *Environmental Impact Assessment Review*, 81, 106363. <http://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106363>.
- Van Vuuren, A., Kjellander, J., & Nilsson, V. (2019). Refugees and apartment prices: A case study to investigate the attitudes of home buyers. *Regional Science and Urban Economics*, 77, 20-37. <http://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2019.02.003>.
- Villada-Medina, H. D. (2022). The real estate market and public transportation systems in developing countries: the case of Medellín, Colombia. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 14, e20210447. <http://doi.org/10.1590/2175-3369.014.e20210447>.
- Walsh, P., Griffiths, C., Guignet, D., & Klemick, H. (2019). Adaptation, sea level rise, and property prices in the Chesapeake Bay watershed. *Land Economics*, 95(1), 19-34. <http://doi.org/10.3368/le.95.1.19>. PMID:30799882.
- White, H. (1980). A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, 48(4), 817-838. <http://doi.org/10.2307/1912934>.
- Will, C. (2022). *The impact of flood risk on residential real estate property prices. A case study on how flood risk in flood-endangered Kingston-upon-Hull affects real estate property prices* (Master's thesis). Faculty of Spatial Sciences, University of Groningen, Netherlands.

Yang, L., Chau, K. W., & Chen, Y. (2021). Impacts of information asymmetry and policy shock on rental and vacancy dynamics in retail property markets. *Habitat International*, 111, 102359. <http://doi.org/10.1016/j.habitatint.2021.102359>.

Zhai, G., Fukuzono, T., & Ikeda, S. (2003). Effect of flooding on megalopolitan land prices: a case study of the 2000 Tokai flood in Japan. *Journal of Natural Disaster Science*, 25(1), 23-36.

Zhang, L. (2016). Flood hazards impact on neighborhood house prices: a spatial quantile regression analysis. *Regional Science and Urban Economics*, 60, 12-19. <http://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2016.06.005>.

Zulkarnain, S. H., Tsujimura, M., Yuzir, M. A., Razali, M. N., & Tarmidi, Z. (2020). A review of climate change (floods) and economic attributes response to residential property value in Malaysia. *Journal of Water and Climate Change*, 11(4), 1084-1094. <http://doi.org/10.2166/wcc.2019.044>.

---

**Editor responsável:** Paulo Nascimento Neto

Recebido: Maio 29, 2023

Aprovado: Fev. 14, 2024