

E a água levou: Desvalorização imobiliária em áreas alagáveis no Município de São Paulo

João Pedro Saldanha Corrêa¹

Prof. Dr. André Luis Squarize Chagas²

Resumo

Este trabalho estima a desvalorização de imóveis residenciais localizados em áreas alagáveis no Município de São Paulo. A identificação do efeito é feita por meio de um modelo de preços hedônicos com controle para características do imóvel, da transação e da vizinhança. São também testadas diferentes especificações espaciais (SLX, SEM e SAR), dado que os resíduos apresentam dependência espacial significativa. Os resultados indicam que a localização em área alagável reduz, em média, o valor do imóvel entre R\$ 173,18 e R\$ 563,68 por metro quadrado de área construída.

Palavras-chave: Áreas alagáveis; Desvalorização de imóveis; Econometria Espacial.

Abstract

This paper estimates the depreciation of residential properties located in flood-prone areas in the city of São Paulo. The effect is identified using a hedonic pricing model that controls for property, transaction, and neighborhood characteristics. Given the significant spatial dependence in the residuals, alternative spatial specifications (SLX, SEM, and SAR) are also estimated. Results show that being located in a flood-prone area reduces property values by an average of R\$173.18 to R\$563.68 per square meter of built area.

Keywords: Flood-prone areas; Housing depreciation, Spatial Econometrics.

Área de submissão: (7) Questões Urbanas e Metrôpoles

Classificação JEL: R11, R32, R51.

¹ Doutorando em Economia da FEA/USP

² Professor do Departamento de Economia da FEA/USP

1. Introdução

A cidade de São Paulo, fundada em 1554 com o estabelecimento de um colégio jesuíta no Planalto Paulista, permaneceu durante a maior parte de sua história uma vila de pequenas proporções. No entanto, a partir dos últimos anos do século XIX, a cidade experimentou um período de intenso crescimento econômico e demográfico que a alçou ao posto de maior cidade ao sul do equador, e de centro da maior região metropolitana do Brasil.

As sucessivas gestões municipais ao longo do século XX buscaram, com maior ou menor sucesso, impor ordem e estrutura a esse rápido crescimento. Dentre as políticas adotadas, pode-se elencar entre as mais impactantes para o urbanismo da cidade as retificações dos rios Pinheiros e Tietê e a criação das chamadas “avenidas fundo de vale”, vias públicas pavimentadas sobre rios ou córregos canalizados. Tais medidas visavam dirimir diversos desafios que a cidade em crescimento enfrentava: criar vias que dessem maior fluidez à circulação, reclamar terras em áreas de várzea para a expansão imobiliária, promover a saúde pública com a drenagem de charcos proliferadores de mosquitos e miasmas, conter e controlar as águas, prevenir inundações e, no caso da retificação do rio Pinheiros, produzir eletricidade. Alguns desses objetivos malograram, em particular a prevenção de inundações, que ainda flagelam muitos municípios.

Sob muitas óticas é possível averiguar a extensão dos prejuízos que as frequentes inundações impõem à cidade de São Paulo. Pode-se, por exemplo, mensurar as perdas à propriedade privada com a destruição de mobiliários e mercadorias, ou ainda aferir os danos à saúde pública decorrentes da proliferação de casos de Leptospirose e de outras enfermidades.

Este trabalho estima o impacto sobre os preços dos imóveis residenciais localizados em áreas alagáveis do município de São Paulo, com base em um modelo de preços hedônicos. O modelo permite isolar o efeito da localização em áreas sujeitas a alagamentos, controlando por características do imóvel, da transação e da vizinhança. Dada a presença de dependência espacial nos resíduos, também são consideradas diferentes especificações espaciais, como SLX, SEM e SAR.

Há uma extensa literatura internacional que emprega modelos hedônicos para estudar imóveis residenciais e suas características (KIM, PHIPPS, ANSELIN, 2003; KUETHE, KEENEY, 2012; BAK, HEWINGS, 2017; por exemplo). Em âmbito nacional,

há trabalhos publicados para algumas cidades como Belo Horizonte (MACEDO, 1998) e Fortaleza (SOUSA FILHO, 2004). Imóveis residenciais em São Paulo – tanto a cidade quanto a metrópole – são estudados em Hermann e Haddad (2005), Campos (2017), Nasser (2017), entre outros. Nenhum destes trabalhos, no entanto, se debruçou sobre o efeito das inundações sobre o preço dos imóveis no contexto da cidade de São Paulo. Há publicações que estudam este efeito em outros países como, por exemplo: nos Estados Unidos, para os condados de Pitt (BIN, POLASKY, 2004) e Dougherty (ATREYA, FERREIRA, KRIESEL, 2013), para a cidade de Albany (ATREYA, FERREIRA, 2015) e para a região metropolitana de Fargo-Moorhead (ZHANG, 2016); e para Brisbane, na Austrália (RAJAPAKSA et al., 2016). Espera-se com este trabalho contribuir para preencher esta lacuna na literatura.

O trabalho está organizado da seguinte maneira: a seção dois apresenta a base de dados empregada, suas fontes e a caracteriza; a seção três apresenta a metodologia adotada; na quarta, os resultados são apresentados e discutidos; a seção cinco conclui.

2. Dados

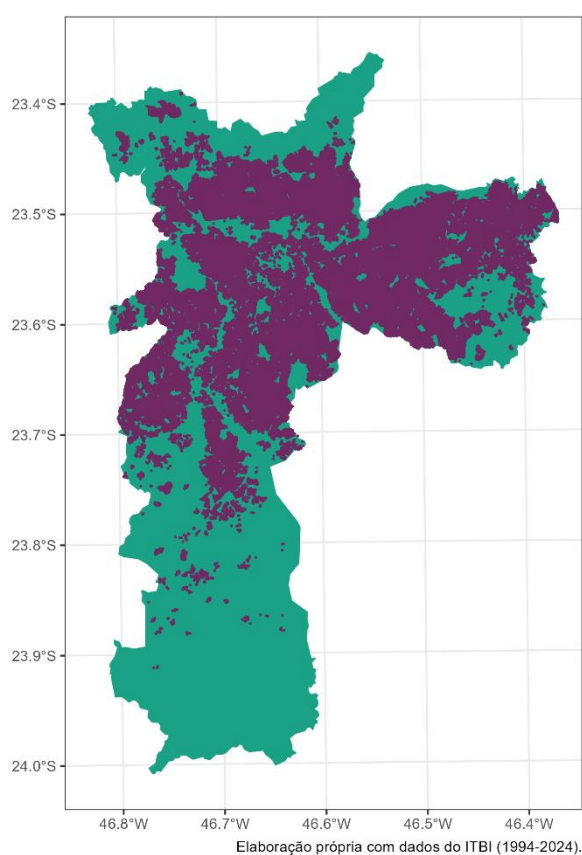
A principal base de dados empregada neste trabalho é a série histórica do Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis – Inter Vivos, doravante ITBI, de recolhimento municipal. Este imposto incide sobre a transferência entre pessoas vivas de bens imóveis e de direitos a eles relativos. A Secretaria Municipal da Fazenda de São Paulo disponibiliza através de seu site as Declarações de Transações Imobiliárias (com recolhimento de ITBI), abreviadas para DTIs, pagas entre janeiro de 2006 e junho de 2024³. As transações registradas nas DTIs compreendem o período de julho de 1994 até de julho de 2024. Para os fins deste estudo, consideraram-se apenas as transações relativas à compra e venda de imóveis residenciais em que a totalidade da propriedade do imóvel foi transferida.

A série histórica do Imposto sobre Transmissão de Bens Intervivos (ITBI) contém as seguintes informações: endereço e código SQL do imóvel; natureza, data e valor da transação; base de cálculo adotada pela prefeitura para a cobrança do ITBI; valor e tipo de financiamento; cartório de registro, matrícula e classificações SQL e do Imposto

³ Disponível em: https://capital.sp.gov.br/web/fazenda/w/acesso_a_informacao/31501 (acesso em 18/07/2025)

Predial e Territorial Urbano (IPTU) do imóvel; áreas do terreno e construída, testada, fração ideal e ano de construção do imóvel. O código SQL é o número de cadastro fiscal dos imóveis no município. A localização dos imóveis foi determinada a partir do cruzamento de seu código SQL com *shapefiles* do Mapa Digital da Secretaria da Fazenda, disponibilizados na página GeoSampa⁴. A distribuição deles pelo município é apresentada na Figura 1. Cabe frisar que com este método de georreferenciamento não foi possível determinar a localização dos apartamentos contidos na série histórica. Desta forma, a base de imóveis empregada neste estudo contém quase exclusivamente casas.

Figura 1: Imóveis Transacionados (roxo) no Município de São Paulo (1994-2024)

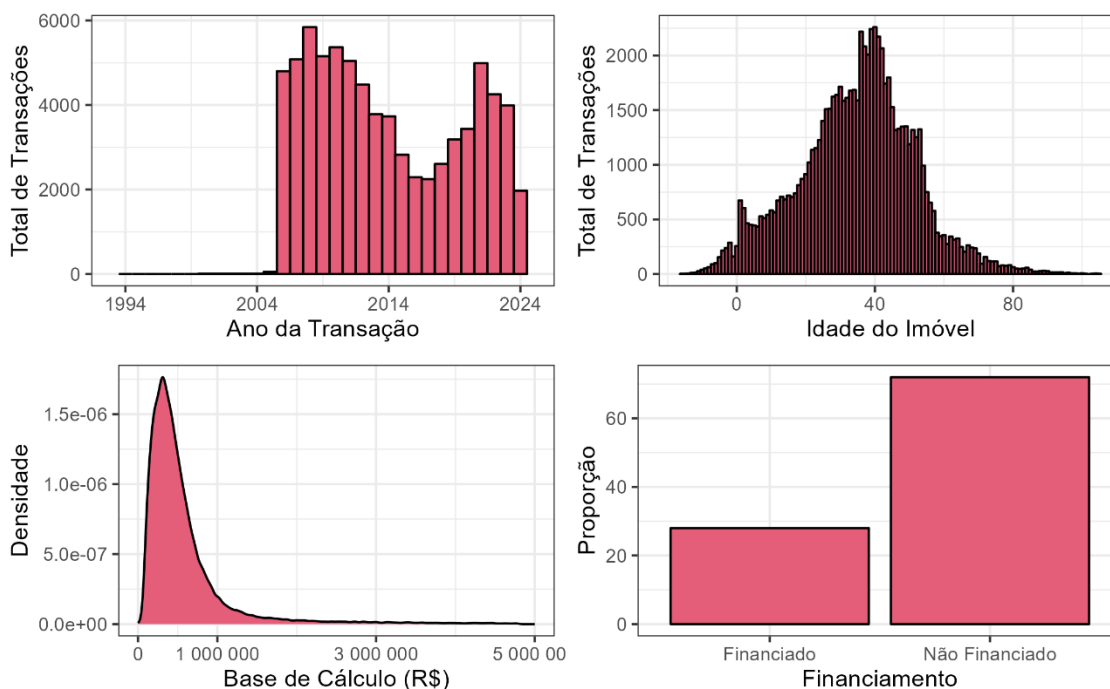


A variável dependente usada neste estudo é a “Base de Cálculo Adotada”, que é igual ao maior entre dois valores: o valor da transação, declarado pelo contribuinte, e o valor venal de referência, imputado ao imóvel pela prefeitura. Para possibilitar comparações, os valores da variável dependente foram deflacionados a preços de julho de 2024.

⁴ Disponível em: https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx (acesso em 18/07/2025)

As variáveis explicativas provenientes da série histórica do ITBI ou calculadas a partir dessa base podem ser divididas entre características da transação e do imóvel. Entre as primeiras constam o ano em que foi celebrada a transação, se a transação foi financiada e, se sim, em qual proporção. Note que informações a respeito do financiamento do imóvel são facultativas na DTI; portanto, deve-se esperar tanto subnotificação quanto um possível viés de seleção. A Figura 2 descreve as transações e suas características.

Figura 2: Características das Transações (1994-2024)



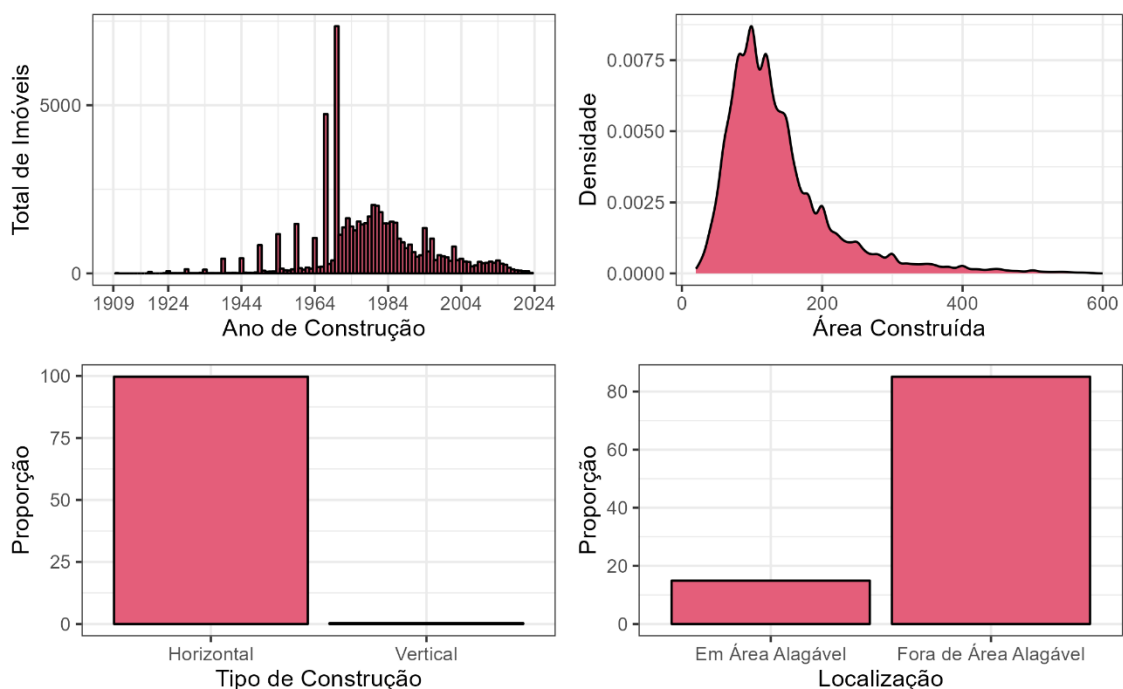
Elaboração própria com dados do ITBI

As características do imóvel são mais numerosas. São elas: áreas do terreno e construída, fração ideal – que corresponde à parcela do terreno de um condomínio atribuível a cada unidade –, testada, idade do imóvel à época da transação e se o imóvel é vertical ou horizontal. A Figura 3 descreve os imóveis e suas características.

Um vetor de características da vizinhança foi construído a partir de outras fontes de modo a expurgar essa influência dos resultados do modelo a ser elaborado. Tomou-se a distância de cada imóvel entre o Marco Zero do Município de São Paulo, no distrito da Sé, e a alça de acesso da Avenida dos Bandeirantes com a Avenida das Nações Unidas, no Itaim Bibi. Esses marcos são tomados como referência para os centros de negócios da cidade (segundo Hermann e Haddad, 2005): o primeiro correspondendo ao Centro Histórico, e o segundo ao entorno das avenidas Faria Lima e Berrini. A distância linear

entre os imóveis e cada um dos marcos fornece uma medida, ainda que limitada, para a acessibilidade aos empregos. Adicionalmente calcularam-se as distâncias de cada imóvel até o parque e até a estação de trem ou metrô mais próximos – foram considerados somente os parques e estações inaugurados até o ano em que cada transação foi celebrada. A localização e data de inauguração dos parques no Município de São Paulo foram obtidas na página GeoSampa; as das estações de trem e metrô foram obtidas no site do Centro de Estudos da Metrópole (CEM)⁵.

Figura 3: Características dos Imóveis (1909-2024)



Elaboração própria com dados do ITBI

A principal variável de interesse indica se o imóvel está numa área alagável. Manchas de inundação foram mapeadas pelo Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT 3), realizado em 2011⁶. O PDMAT 3 identificou áreas potencialmente alagáveis na ocasião de uma chuva com tempo de retorno de 100 anos (TR 100)⁷. A Figura 4 indica as áreas alagáveis do Município de São Paulo. Cruzando o mapa das manchas de inundação com a localização dos imóveis foi possível determinar

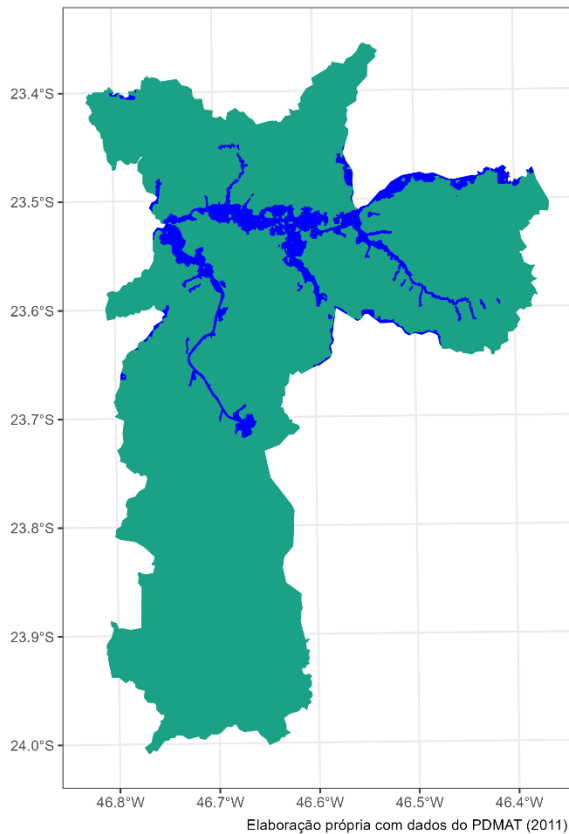
⁵ Disponível em: <https://centrodametropole.fflch.usp.br/pt-br/download-de-dados> (Acesso em 18/07/2025)

⁶ Disponível em: <http://www.dace.sp.gov.br/site/macrodrenagem/> (Acesso em: 18/07/2025)

⁷ Vale ressaltar que a intensidade de fenômenos meteorológicos como chuvas pode ser medida em termos de período ou tempo de retorno (TR). Uma chuva de TR 100 tem uma probabilidade de 1% de ocorrer num determinado ano. Já uma chuva de TR 25 tem uma probabilidade anual de 4%. Chuvas de maior TR são mais intensas.

quais imóveis correm risco de alagamento. Para o estudo, foram selecionados apenas os imóveis contidos pelas manchas de inundação e aqueles que distam dos limites destas não mais do que 574 metros, a maior distância entre um imóvel alagável e a fronteira da mancha de inundação a qual ele pertence. Desta forma, nossa amostra contém 75.150 transações⁸, sendo 14,84% delas referentes a imóveis contidos em áreas alagáveis (Figura 3).

Figura 4: Áreas Alagáveis do Município de São Paulo (2011)



3. Metodologia

A identificação do efeito sobre o valor de um imóvel de ele estar localizado em uma área alagável é feita por meio de um modelo de preços hedônicos convencional. Ele pode ser representado sinteticamente pela equação:

$$\frac{Base_cal_{i,j}}{Area_const_i} = \alpha + \beta_1 CaracTrans_j + \beta_2 CaracImovel_i + \beta_3 CaracViz_{i,j} + \varepsilon_{i,j}$$

⁸ Essas transações são referentes a 61.914 imóveis. A maioria deles (81,92%) foi transacionada uma única vez no período considerado.

Onde $Base_cal_{i,j}$ é a base de cálculo – o valor monetário para a prefeitura – do imóvel i na transação j , $Area_const_i$ é a área construída do imóvel i , $CaracTrans_j$ é o vetor de características da transação j , $CaracImovel_i$ é o vetor de características do imóvel i , $CaracViz_{i,j}$ é o vetor de características da vizinhança do imóvel i à época da transação j , $\varepsilon_{i,j}$ é o termo de erro, α é a constante e β_1, β_2 e β_3 são vetores de coeficientes para as características. Dividir a base de cálculo pela área construída do imóvel reduz a influência de observações extremas sobre os estimadores – como no caso de mansões – e permite a interpretação dos efeitos das variáveis exógenas como variações no preço ou valor do metro quadrado de área construída.

A variável $Alagavel_i$, contida no vetor $CaracViz_{i,j}$, assume valor igual a um se o imóvel está em uma área alagável e zero caso contrário. Além dessa variável, também são binárias as variáveis $Financiado_j$, $R_Vetical_i$, DUM_SE_i – respectivamente iguais a um se a transação foi financiada, se o imóvel é uma construção vertical e se ele está mais próximo da Sé do que do Itaim Bibi. É útil enfatizar que, entre as características da vizinhança, somente as distâncias até a estação de trem ou metrô ($DistTrem_{i,j}$) e até o parque ($DistParq_{i,j}$) mais próximos podem variar ao longo do tempo para imóveis que foram transacionados mais de uma vez.

Gráficos da variável dependente contra cada regressor revelam um comportamento fortemente não linear. Consequentemente, acrescentou-se ao modelo um polinômio de terceiro grau para cada variável contínua – com exceção do ano da transação, Ano_trans_j , e da testada do imóvel, $Testada_i$, que apresentaram melhor ajuste com um polinômio de segundo grau e um de primeiro, respectivamente.

Todos os regressores apresentam indícios da presença de heteroscedasticidade. Ademais, as variáveis que compõem os vetores de características do imóvel e de características da vizinhança apresentam estatísticas I de Moran⁹ positivas e significantes, indicando a existência de dependência espacial. *Cluster Maps* gerados no software GeoDa acusam a presença de heterogeneidade espacial ao menos para alguns dos regressores, o que sugere que uma estrutura do tipo SEM (*spatial error model*) pode ser a mais adequada para captar a dinâmica espacial.

⁹ Estatísticas calculadas empregando a matriz de pesos espaciais utilizada nas regressões.

Ao todo, quatro modelos foram estimados. O primeiro é um modelo linear simples, sem qualquer estrutura espacial para além das características da vizinhança, estimado por mínimos quadrados ordinários. O segundo assume uma estrutura do tipo SLX (*spatial lag of X*) na qual as defasagens espaciais de todos os regressores foram incorporadas. O terceiro modelo segue uma estrutura SEM, enquanto o quarto consiste em um SAR (*spatial autoregressive model*). Os modelos espaciais foram estimados empregando uma matriz de pesos espaciais assimétrica e normalizada pela linha que toma como critério de vizinhança as 30 observações (no caso, transações) mais próximas¹⁰. Os resultados são apresentados na próxima seção¹¹.

4. Resultados

Os resultados das regressões para os estimadores dos coeficientes da variável $Alagavel_i$ e de sua defasagem (quando aplicável) são apresentados, juntamente com algumas estatísticas de qualidade de ajuste, na Tabela 1 (resultados completos são apresentados no apêndice). Nenhum dos modelos estimados foi capaz de expurgar totalmente a dependência espacial e a heteroscedasticidade dos resíduos das regressões, o que torna os estimadores obtidos imprecisos.

Tabela 1: Resultados das regressões

MODELOS	Linear	SLX	SEM	SAR
$Alagavel_i$	-474,07***	-114,81**	-290,99***	-328,85***
$Lag\ Alagavel_i$	–	-409,65***	–	–
$\lambda\ ou\ \rho$	–	–	1,3924***	0,4166***
R ² Ajustado	43,26%	44,66%	–	–
CI Akaike	1.373.169	1.371.343	–	–
Breusch-Pagan	883,78***	926,79***	889,44***	767,38***
I de Moran dos Resíduos	0,1945***	0,1785***	0,2111***	0,0777***
Significante aos níveis: (*) 10%; (**) 5%; (***) 1%				

Elaboração própria com dados do ITBI

Em todos os modelos o estimador do coeficiente da variável de interesse apresenta o sinal esperado e é estatisticamente significante aos níveis usuais. Os coeficientes dos

¹⁰ Denominada de matriz Knear30. Testes foram feitos com matrizes de 15, 50 e 75 vizinhos, gerando resultados similares.

¹¹ As regressões foram estimadas utilizando o programa *R* e as funções apropriadas do pacote *Spatialreg* (versão 1.3-2).

modelos Linear e SEM têm interpretação direta, ou seja, o modelo Linear prevê uma desvalorização de R\$ 474,07 por metro quadrado de área construída oriunda da localização do imóvel em área alagável, ao passo que o modelo SEM prevê uma desvalorização de R\$ 290,99 por metro quadrado.

O modelo SLX apresenta dois efeitos: o efeito direto indica que a localização do imóvel em área alagável reduz o valor de seu metro quadrado em R\$ 114,81. Já o efeito indireto aponta que existência de imóveis vizinhos sujeitos a alagamento pode reduzir o preço do metro quadrado em até R\$ 409,65. Como cada imóvel na amostra tem, em média, 14,25% de seus vizinhos em áreas alagáveis, pode-se estimar o efeito total médio da localização em áreas alagáveis como sendo igual a uma desvalorização de R\$ 173,18 por metro quadrado.

Uma estimativa para o efeito médio da localização em área alagável pode ser calculada para o modelo SAR através da expressão $\Delta y = (1 - \hat{\rho})^{-1} \hat{\beta}_x \Delta x$. Destarte, tem-se que a localização em área alagável está associada a uma desvalorização do metro quadrado de cerca de R\$ 563,68.

De acordo com Corrêa (2024), em todo o Município de São Paulo a área construída de uso residencial sob risco de alagamento abrange 20.524.191 m². Multiplicando este montante pelos efeitos médios estimados, obtém-se estimativas para a desvalorização total decorrente da existência de residências em áreas alagáveis no município. As estimativas das perdas variam de 3,5 bilhões a 11,5 bilhões de Reais (Tabela 2).

Tabela 2: Desvalorização total da área construída no Município de São Paulo

<i>Modelo</i>	<i>Efeito Médio</i>	<i>Desvalorização Total</i>
<i>Linear</i>	- R\$ 474,07	- R\$ 9.729.873.570,50
<i>SLX</i>	- R\$ 173,18	- R\$ 3.554.433.271,28
<i>SEM</i>	- R\$ 290,99	- R\$ 5.972.389.918,49
<i>SAR</i>	- R\$ 563,68	- R\$ 11.568.332.633,23

Elaboração própria com dados do ITBI e de Corrêa (2024).

5. Conclusão e Próximos Passos

Embora os resultados apresentem robustez em relação à direção e significância estatística do efeito de localização em áreas alagáveis, permanece o desafio de lidar com

heteroscedasticidade e dependência espacial nos resíduos. Trabalhos futuros podem explorar estruturas espaciais alternativas, bem como examinar os impactos econômicos agregados dessa desvalorização, como, por exemplo, o impacto sobre a arrecadação própria de IPTU. Isto poderá ser feito por meio do Mapa de Uso Predominante do Solo, disponibilizado na página GeoSampa. Este mapa informa os usos do solo, a área total e a área construída em cada quadra no município. Ao cruzar este mapa com o mapa das manchas de inundação, é possível determinar a extensão da área construída de uso residencial exposta ao risco de alagamento (CORRÊA, 2024). Munido dessa informação e das estimativas do efeito sobre o valor dos imóveis da localização em área alagável, pode-se calcular a perda de arrecadação. Como o Mapa de Uso Predominante do Solo disponível data de 2021, a estimativa de perda de arrecadação provavelmente será condizente com o contexto contemporâneo.

Agradecimentos

João Pedro S. Corrêa agradece à CAPES pela bolsa de doutorado vinculada ao *Programa de Excelência Acadêmica (PROEX)* e à SempreFEA pelo auxílio provido através do projeto *Apoio à Publicação e Pesquisa no Departamento de Economia da FEA-USP*.

Referências

ATREYA, A.; FERREIRA, S. Seeing is Believing? Evidence from Property Prices in Inundated Areas. *Risk Analysis*, v. 35, n. 5, 2015.

ATREYA, A.; FERREIRA, S.; KRIESEL, W. Forgetting the Flood? An Analysis of the Flood Risk Discount over Time. *Land Economics*, v. 89, n. 4, p. 577-596, 2013.

BAK, X. F.; HEWINGS, G. J. D. Measuring foreclosure impact mitigation: Evidence from the Neighborhood Stabilization Program in Chicago. *Regional Science and Urban Economics*, v. 63, p. 38-56, 2017.

BIN, O.; POLASKY, S. Effects of Flood Hazards on Property Values: Evidence Before and After Hurricane Floyd. *Land Economics*, v. 80, n. 4, p. 490-500, 2004.

CAMPOS, R. B. A. O mercado imobiliário residencial no município de São Paulo: uma abordagem de preços hedônicos espacial. *Nova Economia*, v. 27, n. 1, p. 303-337, 2017.

CORRÊA, J. P. S. População e Área Construída em Áreas Alagáveis no Município de São Paulo. Boletim de Informações FIPE, São Paulo, SP, n. 529, p. 61-65, out. 2024.

HERMANN, B. M.; HADDAD, E. A. Mercado Imobiliário e Amenidades Urbanas: A view through the window. Estudos Econômicos, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 237-269, 2005.

KIM, C. W.; PHIPPS, T. T.; ANSELIN, L. Measuring the benefits of air quality improvement: a spatial hedonic approach. Journal of Environmental Economics and Management, v. 45, p. 24-39, 2003.

KUETHE, T. H.; KEENEY, R. Environmental Externalities and Residential Property Values: Externalized Costs along the House Price Distribution. Land Economics, v. 88, n. 2, p. 241-250, 2012.

MACEDO, P. B. R. Hedonic Price Models with Spatial Effects: an Application to the Housing Market of Belo Horizonte, Brazil. Revista Brasileira de Economia, v. 52, n. 1, p. 63-81, 1998.

NASSER, A. A. M. Valor das externalidades urbanas: uma análise à luz do mercado imobiliário paulistano, 2017. Dissertação (Mestrado) – Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, São Paulo, 2017.

RAJAPAKSA, D.; WILSON, C.; MANAGI, S.; HOANG, V.; LEE, B. Flood Risk Information, Actual Floods and Property Values: A Quasi-Experimental Analysis. Economic Record, v. 92, p. 52-67, 2016.

SOUSA FILHO, E. H. Análise da demanda e modelos de preços hedônicos no mercado imobiliário da cidade de Fortaleza, 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará – CAEN, Fortaleza, 2004.

ZHANG, L. Flood hazards impact on neighborhood house prices: A spatial quantile regression analysis. Regional Science and Urban Economics, v. 60, p. 12-19, 2016.

Apêndice – Resultados das Regressões

Este apêndice apresenta a totalidade dos estimadores calculados nos quatro modelos estimados: o modelo linear e os modelos SLX, SEM e SAR.

Tabela 3: Resultados do Modelo Linear Estimado por Mínimos Quadrados Ordinários

<i>Coefficiente</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>Estatística t</i>	<i>Pr(> t)</i>
<i>Intercepto</i>	-67253147,26	1342725,827	-50,08702886	0
<i>Ano_trans</i>	66611,05851	1332,874583	49,97548859	0
<i>Ano_trans²</i>	-16,49018511	0,330771855	-49,85365253	0
<i>Financiado</i>	997,4379794	19,00485897	52,48331392	0
<i>Idade</i>	4,569212976	2,812607762	1,624546813	0,104263353
<i>Idade²</i>	-0,930370666	0,085025912	-10,94220151	7,60149E-28
<i>Idade³</i>	0,010540536	0,000716313	14,71498458	6,04499E-49
<i>Area_terr</i>	12,54378008	0,560814206	22,3670869	1,8932E-110
<i>Area_terr²</i>	-0,003551059	0,001756075	-2,02215688	0,043163684
<i>Area_terr³</i>	-1,96435E-06	1,55226E-06	-1,26548203	0,205702511
<i>Area_const</i>	-51,55143767	0,887941045	-58,05727528	0
<i>Area_const²</i>	0,149175954	0,004124629	36,16712017	5,6225E-284
<i>Area_const³</i>	-0,000160652	5,41053E-06	-29,69250364	1,257E-192
<i>Testada</i>	-13,56353543	2,699148315	-5,025116757	5,04278E-07
<i>R_Vertical</i>	734,4498944	156,3792516	4,696594253	2,65002E-06
<i>Alagável</i>	-474,068555	24,37684317	-19,4474958	4,93035E-84
<i>DUM_SE</i>	-1679,851172	51,37040094	-32,70076038	6,6536E-233
<i>DistSe</i>	0,31615845	0,021490597	14,71147799	6,36562E-49
<i>DistSe²</i>	-6,0313E-05	2,12866E-06	-28,33374273	1,1228E-175
<i>DistSe³</i>	1,78523E-09	6,81945E-11	26,17854525	2,2157E-150
<i>DistItaim</i>	-0,935325946	0,01684177	-55,53608248	0
<i>DistItaim²</i>	6,13233E-05	1,33346E-06	45,98827419	0
<i>DistItaim³</i>	-1,15769E-09	3,29829E-11	-35,09980325	1,0122E-267
<i>DistParq</i>	0,421404307	0,048440655	8,699393208	3,4025E-18
<i>DistParq²</i>	-0,00017764	2,1591E-05	-8,227487166	1,94204E-16
<i>DistParq³</i>	2,37763E-08	2,65455E-09	8,956829468	3,41558E-19
<i>DistTrem</i>	-0,521006645	0,048857667	-10,66376438	1,57109E-26
<i>DistTrem²</i>	9,16332E-05	1,84962E-05	4,954173312	7,27959E-07
<i>DistTrem³</i>	-5,33905E-09	1,94846E-09	-2,740133699	0,00614287

Elaboração própria com dados do ITBI

No modelo linear (Tabela 3), quase todos os estimadores são estatisticamente significantes aos níveis usuais – salvo *Idade* e *Area_terr³* – e têm os sinais esperados. Os estimadores dos coeficientes de *Area_const* e *Testada* e das distâncias *DistSe* e *DistParq* são as exceções. O coeficiente positivo para a distância até a Sé provavelmente decorre do estado de degradação do centro de São Paulo. No caso das demais variáveis, o sinal

de seus estimadores talvez seja oposto ao esperado devido à existência de efeitos espaciais não controlados.

Tabela 4: Resultados do Modelo SLX Ponderado pela Matriz Knear30

<i>Coefficiente</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>Estatística t</i>	<i>Pr(> t)</i>
<i>Intercepto</i>	-64953428	1362183,698	-47,68331035	0
<i>Ano_trans</i>	64265,7167	1352,258514	47,52472701	0
<i>Ano_trans</i> ²	-15,90659877	0,335570001	-47,40173047	0
<i>Financiado</i>	1029,154592	18,97274363	54,24384645	0
<i>Idade</i>	4,450080905	2,785026647	1,597859363	0,110078486
<i>Idade</i> ²	-1,027808116	0,084440378	-12,17199799	4,71857E-34
<i>Idade</i> ³	0,011132604	0,000710725	15,66372473	3,27538E-55
<i>Area_terr</i>	14,24612289	0,557856543	25,5372516	3,1218E-143
<i>Area_terr</i> ²	-0,008569484	0,001756093	-4,87985698	1,0638E-06
<i>Area_terr</i> ³	1,3718E-06	1,54593E-06	0,887360592	0,374887634
<i>Area_const</i>	-53,92926186	0,883535854	-61,03800044	0
<i>Area_const</i> ²	0,150864573	0,004087686	36,90708553	1,6037E-295
<i>Area_const</i> ³	-0,000161204	5,35633E-06	-30,09601305	8,2531E-198
<i>Testada</i>	-15,4984457	2,7500143	-5,635769132	1,74901E-08
<i>R_Vertical</i>	1141,177564	159,4655908	7,156262098	8,36614E-13
<i>Alagável</i>	-114,8078771	52,58512594	-2,18327664	0,029018528
<i>DUM_SE</i>	-493,9502324	1245,882993	-0,396465989	0,69176242
<i>DistSe</i>	0,962429482	0,374026919	2,573155657	0,010079488
<i>DistSe</i> ²	-4,72308E-05	2,23218E-06	-21,15901354	4,4434E-99
<i>DistSe</i> ³	1,33516E-09	7,08024E-11	18,85755172	3,8847E-79
<i>DistItaim</i>	-2,008365598	0,373167538	-5,381940799	7,39071E-08
<i>DistItaim</i> ²	5,27596E-05	1,35462E-06	38,94786489	0
<i>DistItaim</i> ³	-9,77943E-10	3,34672E-11	-29,22094514	1,1751E-186
<i>DistParq</i>	0,299419351	0,053358281	5,611487921	2,01299E-08
<i>DistParq</i> ²	-0,00015429	2,15065E-05	-7,174108978	7,34488E-13
<i>DistParq</i> ³	2,21058E-08	2,64884E-09	8,345455008	7,21274E-17
<i>DistTrem</i>	-0,253848575	0,053261087	-4,76611706	1,88161E-06
<i>DistTrem</i> ²	7,19564E-05	1,84957E-05	3,890436514	0,00010015
<i>DistTrem</i> ³	-3,92925E-09	1,95171E-09	-2,013231416	0,04409385
<i>Lag Ano_trans</i>	26,77383209	6,732405304	3,976859812	6,98967E-05
<i>Lag Financiado</i>	-874,7722115	73,20280953	-11,94998139	6,95606E-33
<i>Lag Idade</i>	23,63577353	1,627611404	14,52175468	1,02413E-47
<i>Lag Area_terr</i>	-4,561477851	0,334445765	-13,63891645	2,63993E-42
<i>Lag Area_const</i>	15,53046499	0,444589899	34,93211386	3,2871E-265
<i>Lag Testada</i>	-19,09843043	8,790554311	-2,172608206	0,029812934

<i>Lag R_Vertical</i>	-5604,031859	576,4690135	-9,72130631	2,52155E-22
<i>Lag Alagavel</i>	-409,6473531	62,92394101	-6,510198607	7,55225E-11
<i>Lag DUM_SE</i>	-986,5734914	1248,773783	-0,790033795	0,429510526
<i>Lag DistSe</i>	-0,668608465	0,374146157	-1,787024809	0,07393751
<i>Lag DistItaim</i>	1,183957961	0,372898558	3,175013516	0,0014989
<i>Lag DistParq</i>	0,093678549	0,021240205	4,410435153	1,03306E-05
<i>Lag DistTrem</i>	-0,180249492	0,019387743	-9,297084915	1,48065E-20

Elaboração própria com dados do ITBI

No modelo SLX (Tabela 4) novamente os estimadores dos coeficientes de *Idade* e *Area_terr*³ não são significantes aos níveis usuais; a eles se somam os estimadores de *DUM_SE* e de sua defasagem. Mantidas as exceções já presentes no modelo linear (Tabela 3), a maior parte os estimadores têm os sinais esperados.

Tabela 5: Resultados do Modelo SEM Ponderado pela Matriz Knear30

<i>Coeficiente</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
<i>Intercepto</i>	-66683723,79	1238337,445	-53,84939628	0
<i>Ano_trans</i>	66042,27589	1229,218217	53,72705593	0
<i>Ano_trans</i> ²	-16,34817985	0,305039496	-53,59364957	0
<i>Financiado</i>	1057,017569	17,46558498	60,52002095	0
<i>Idade</i>	12,22152266	2,635687774	4,636938708	3,53607E-06
<i>Idade</i> ²	-1,335077632	0,080506346	-16,58350809	0
<i>Idade</i> ³	0,014062713	0,000684474	20,54527912	0
<i>Area_terr</i>	16,48925123	0,56508515	29,18011775	0
<i>Area_terr</i> ²	-0,014251138	0,001756543	-8,113174037	4,44089E-16
<i>Area_terr</i> ³	5,48099E-06	1,51808E-06	3,610463	0,000305651
<i>Area_const</i>	-52,99006265	0,836201934	-63,3699355	0
<i>Area_const</i> ²	0,144743026	0,003856634	37,53091876	0
<i>Area_const</i> ³	-0,000152321	5,03661E-06	-30,24271442	0
<i>Testada</i>	-13,92746856	2,538617265	-5,486241961	4,10574E-08
<i>R_Vertical</i>	1260,215629	148,9775373	8,459098279	0
<i>Alagável</i>	-290,992708	42,3109919	-6,877473086	6,09246E-12
<i>DUM_SE</i>	-1964,25652	115,0408435	-17,0744273	0
<i>DistSe</i>	0,383915111	0,048524651	7,911754229	2,44249E-15
<i>DistSe</i> ²	-6,85352E-05	4,94699E-06	-13,8539082	0
<i>DistSe</i> ³	1,99352E-09	1,59939E-10	12,46423854	0
<i>DistItaim</i>	-0,791536535	0,039227374	-20,17816802	0
<i>DistItaim</i> ²	5,2174E-05	3,11957E-06	16,72475332	0
<i>DistItaim</i> ³	-9,73198E-10	7,73659E-11	-12,57916124	0
<i>DistParq</i>	-0,068674347	0,069297416	-0,991008773	0,321681296

<i>DistParq</i> ²	-1,98004E-06	2,85282E-05	-0,069406481	0,94466607
<i>DistParq</i> ³	5,88616E-09	3,34677E-09	1,758759657	0,07861834
<i>DistTrem</i>	-0,845881961	0,091556674	-9,238889115	0
<i>DistTrem</i> ²	0,000239803	3,34919E-05	7,160027915	8,06688E-13
<i>DistTrem</i> ³	-1,98651E-08	3,46159E-09	-5,738723412	9,53929E-09
<i>Lambda</i>	1,3924	0,031775	43,819	0

Elaboração própria com dados do ITBI

Os estimadores do modelo SEM (Tabela 5) são quase todos significantes aos níveis usuais, salvo os associados às variáveis *DistParq* e *DistParq*². Os estimadores têm quase todos os sinais esperados, mantidas as exceções de *Area_const* e *Testada*.

Tabela 6: Resultados do Modelo SAR Ponderado pela Matriz *Knear30*

<i>Coefficiente</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
<i>Rô</i>	0,416555391	0,021570155	19,31165465	0
<i>Intercepto</i>	-66375166,97	1282971,323	-51,73550319	0
<i>Ano_trans</i>	65736,47479	1273,94973	51,60052492	0
<i>Ano_trans</i> ²	-16,27340444	0,316242753	-51,45858457	0
<i>Financiado</i>	1011,500314	13,97807185	72,36336492	0
<i>Idade</i>	8,620750008	3,631483402	2,373892168	0,01760169
<i>Idade</i> ²	-1,035864927	0,138898828	-7,457693816	8,81517E-14
<i>Idade</i> ³	0,011141561	0,001398429	7,967197533	1,55431E-15
<i>Area_terr</i>	13,93307622	0,684675455	20,3498988	0
<i>Area_terr</i> ²	-0,009321842	0,002270151	-4,106265204	4,02108E-05
<i>Area_terr</i> ³	2,42238E-06	2,02393E-06	1,196868272	0,231357903
<i>Area_const</i>	-49,28938134	1,323174619	-37,25085157	0
<i>Area_const</i> ²	0,137990066	0,005379588	25,6506745	0
<i>Area_const</i> ³	-0,0001471	6,6142E-06	-22,24009268	0
<i>Testada</i>	-15,51252585	3,192083783	-4,859686307	1,17572E-06
<i>R_Vertical</i>	889,9000682	138,3433679	6,432545932	1,25484E-10
<i>Alagável</i>	-328,8549258	28,07180637	-11,71477608	0
<i>DUM_SE</i>	-1027,945086	54,79267132	-18,76063095	0
<i>DistSe</i>	0,170400215	0,022581416	7,546037797	4,4853E-14
<i>DistSe</i> ²	-3,8157E-05	2,40839E-06	-15,84336735	0
<i>DistSe</i> ³	1,14974E-09	7,49795E-11	15,3340684	0
<i>DistItaim</i>	-0,586289299	0,032991061	-17,77115614	0
<i>DistItaim</i> ²	3,85985E-05	2,29804E-06	16,79625374	0
<i>DistItaim</i> ³	-7,31813E-10	4,88362E-11	-14,98504346	0
<i>DistParq</i>	0,202606107	0,044424459	4,560688223	5,09862E-06
<i>DistParq</i> ²	-9,19728E-05	1,7622E-05	-5,219205269	1,79693E-07

<i>DistParq</i> ³	1,37884E-08	1,97556E-09	6,979499918	2,9623E-12
<i>DistTrem</i>	-0,407467372	0,048137167	-8,464714352	0
<i>DistTrem</i> ²	8,54651E-05	1,68619E-05	5,06852787	4,00904E-07
<i>DistTrem</i> ³	-6,2624E-09	1,68723E-09	-3,711643093	0,000205918

Elaboração própria com dados do ITBI

O modelo SAR (Tabela 6) tem somente um estimador que não apresenta significância estatística: o associado à variável *Area_terr*³. Tal qual o modelo linear (Tabela 3), todos os estimadores têm os sinais esperados salvo os associados às variáveis *Area_const*, *Testada*, *DistSe* e *DistParq*.