

## A INFLUÊNCIA DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DO MEIO SUBTERRÂNEO NO SETOR IMOBILIÁRIO: ESTUDO DE CASO EM BELÉM/PA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.15.24.XI-008>

Stefânia Lima Diocesano\*, Erico Gaspar Lisboa, Gabriel Almeida Silva, Elizeu Cordeiro de Souza Neto.

\* Universidade da Amazônia, e-mail: diocesanostefania@gmail.com

### RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência do potencial de contaminação do meio subterrâneo sobre o valor dos imóveis na área urbana na cidade de Belém/PA. Assim, por metodologia hedônica aferiu-se a influência do risco de vazamento de tanques subterrâneos armazenadores de combustíveis (TSAC) advindo de postos de revenda de combustíveis (PRC) no setor imobiliário. Os resultados indicam que, áreas de alto risco de contaminação apresentam desvalorização, e com risco moderado podem se beneficiar dos serviços oferecidos pelos PRC. Por tais constatações, pode-se auxiliar a gestão ambiental e o planejamento urbano sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contaminação, Metodologia Hedônica, Valoração de imóveis, Gestão Ambiental, Belém/PA.

### INTRODUÇÃO

A contaminação do solo e das águas subterrâneas é questão de grande preocupação ambiental, pelo que impõem desafios a gestão e ao planejamento urbano (SIQUEIRA et al., 2002; MATTOS JR. & MAIA, 2017). Estas preocupações se manifestam pelo fato de que, tanques subterrâneos armazenadores de combustíveis (TSAC) estão implantados em postos de vendas de combustíveis (PRC), integrando-se em áreas urbanas das cidades.

A esta questão, Siqueira et al. (2002) referiram que, a depender dos materiais que constituem os TSAC, a ocorrência de vazamentos de combustíveis podem liberar para o meio subterrâneo substâncias tóxicas como BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno), que representam sérios riscos à saúde pública e aos recursos hídricos.

Mattos Jr. e Maia (2017); Lisboa (2019), consideraram que os PRC são as principais fontes de contaminação dos recursos hídricos em áreas urbanas, posto que TSAC armazenam grandes volumes e situam-se em zonas densamente habitadas. Neste contexto, CETESB (2019) realizou levantamento de áreas contaminadas no período 2002-2018 revelando que, no estado do São Paulo, quase 75% destas áreas foram associadas a vazamentos de combustíveis advindo de TSAC.

Ainda que a Resolução CONAMA nº 273 (BRASIL, 2000) obrigue o armazenamento subterrâneo de combustíveis em TSAC de paredes duplas, que em teoria são mais seguros à vazamentos, diversos acidentes em PRC ocorreram no Brasil e foram relatados por Corseuil e Marins (1997); Campos e Freitas-Silva (1998); Duarte (2003); Lucena (2007); CETESB (2011); Aquino Sobrinho (2014); Bello et al. (2018); Silva, Souza, Ribeiro (2018); Lisboa et al. (2020).

Mattos Jr e Maia (2017); Wanderley (2024) constatou que a contaminação ambiental compromete o uso de grandes áreas urbanas, tornando-as inadequadas para ocupação humana ou comercial sem adoção de medidas de remediação apropriadas. Nesse ambiente, onde a demanda por bens imóveis é elevada, áreas contaminadas podem desvalorizar propriedades. Como consequência desta possibilidade de desvalorização, Ferreira, Nascimento e Yoshikawa (2021) consideraram que o passivo ambiental da contaminação pode representar oportunidades para o mercado imobiliário.

Entretanto, Klafke (2020) referiu que a existência de impurezas no solo gera a percepção de risco entre os potenciais compradores, que tendem a evitar a aquisição de imóveis situados nessas áreas. Portanto, além dos riscos à saúde, a contaminação do meio subterrâneo pode desvalorizar imóveis em áreas urbanas. Considerando que estas questões são pouco investigadas, principalmente cidade amazônicas, estimar a influência do potencial desta contaminação no valor de apartamentos na área urbana da cidade de Belém/PA é o principal objetivo deste trabalho.

### OBJETIVOS

Avaliar a influência do potencial de contaminação do meio subterrâneo por TSAC, instalados nos PRC que estão em operação na área urbana da cidade de Belém/PA, sobre o valor de apartamentos é o objetivo principal deste trabalho. Para tanto, objetivos específicos devem ser respondidos, os quais sejam: definir as variáveis a serem consideradas na valoração de apartamentos, e propor modelagem geoespacial, como base na teoria hedônica, para auxiliar a gestão ambiental.

## METODOLOGIA

A metodologia foi desenvolvida em três etapas. Na primeira etapa definiu-se o método de regressão estatística linear. Em seguida, na segunda etapa, definiram-se as variáveis e modelagem baseada na teoria hedônica (Rosen, 1974) para estimar as influências do potencial de contaminação do meio subterrâneo, advindo de PRC, no valor de apartamentos. Para que a metodologia tenha um caráter prático, na terceira etapa efetuou-se a sua aplicação na área urbana da cidade de Belém/PA, pelo que se faz necessário a sua caracterização e levantamento de dados de mercado de apartamentos.



Figura 1. Etapas do procedimento metodológico a ser implementado.

## MÉTODO ESTATÍSTICO DE REGRESSÃO LINEAR

A teoria hedônica é base para valorar imóveis e suas externalidades, cujo método estatístico de regressão linear é muito utilizado, implementando-se quatro fases. Na primeira selecionam-se as variáveis independentes ( $X_i$ ) ( $i=1,2,\dots,n$ ) que influenciam na estimação da variável dependente ( $Y_i$ ). Para tanto, utilizam-se técnicas como o coeficiente de correlação ( $R$ ), determinação ( $R^2$ ) e ajustado ( $R^2_a$ ), o quadrado médio dos erros, estimativa do  $C_p$  de Mallows, critério de Akaike, etc (Montgomery *et al.* 2006). Pela segunda fase obtém-se o modelo matemático, cuja variação de  $Y_i$  seja explicada por  $n$ -variáveis,  $X_i$ . Pela extração de amostras da população se estima os parâmetros de  $X_i$  que podem explicar o comportamento de  $Y_i$  por:

$$\hat{Y}_i = \beta_0 \pm \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \varepsilon_i \quad (\text{eq. 1})$$

Onde  $\beta_0$  e  $\beta_i$  se refere aos parâmetros de  $X_i$ . O termo  $\varepsilon_i$  é o erro na estimativa pela função  $\hat{Y}_i$ . Assim, a diferença ( $\Delta Y$ ) entre  $Y_i$  e  $\hat{Y}_i$  deve ser 0, onde  $\Delta Y^2 = (Y_i - \hat{Y}_i)^2$  é o desvio quadrático total.

Pela terceira fase estima-se  $\beta_0$  e  $\beta_i$  pela técnica dos mínimos quadrados ordinários (MQO). Assume-se que  $\beta_0$  e  $\beta_i$  devem ser BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*), i.e., menor variância entre estimadores lineares não-viesados, não violando as hipóteses de Gauss-Markov (HGM): modelo de regressão é linear nos parâmetros; amostragem é aleatória; erros homocedásticos e tem distribuição normal; e, variáveis independentes não colineares entre si.

A quarta fase inclui a análise da variância (ANOVA), cujo desempenho do modelo é avaliado e a significância ( $\alpha$ ) de  $\beta_0$  e  $\beta_i$  e  $\hat{Y}_i$ . O desempenho está relacionado aos erros de estimação de  $\hat{Y}_i$  aferida pelo coeficiente  $R^2$  e  $R^2_a$ . O termo  $\alpha$  de  $\beta_0$  e  $\beta_i$  é aferida pelo teste Student (teste-t), sendo  $\alpha \leq 30\%$  aceitável (ABNT, 2011). O teste Fisher-Snedecor (teste-F) avalia a significância de  $\hat{Y}_i$ , onde o modelo é relevante quando  $\alpha$  estiver entre 1%-5%.

Para processar estas fases utilizou-se o *software* SisDEA<sup>®</sup> verificando: HGM, desempenho do modelo ( $R^2$  e  $R^2_a$ ) e significância ( $\alpha$ ) de  $\beta_0$  e  $\beta_i$  e  $\hat{Y}_i$ . Avalia-se homocedasticidade pelo teste de White. A normalidade de erros é aferida pela regra 3 $\sigma$ : 1 $\sigma$ [63%-73%], 1,64 $\sigma$ [85% -95%] e 1,96 $\sigma$ [95%-100%] que, caso não seja satisfeita faz-se o teste qui-quadrado. Calcula-se o VIF (*Variance Inflation Factor*) para avaliar não-colinearidades entre  $X_i$ . Avalia-se dados "outliers"; e, dados influenciantes pela estatística de Cook (Gazola, 2002).

## VARIÁVEIS ADOTADAS E INFLUÊNCIA DO POTENCIAL CONTAMINANTE

As variáveis,  $X_i$ , foram definidas como exógenas e endógenas. As endógenas se relacionam as características de imóveis. As exógenas estão relacionadas a localização, bem-estar, qualidade da vizinhança, etc; denominadas de (des)amenidades urbanas (Lisboa *et al.* 2023). Embora não haja dúvida que as endógenas influenciam no preço de mercado, aferir a influência de (des)amenidades na precificação de imóveis ainda é condição limitante. Para superá-la é recorrente utilizar a modelação hedônica, pelo que se adotou duas etapas.

Pela primeira etapa coletam-se dados de forma aleatória por plataforma "web" de anúncios de venda. Baseado em Yang *et al.* (2021), o preço de oferta foi reduzido em 10%. Assume-se que os apartamentos sejam habitáveis e que o preço é

função de variáveis endógena: área privativa- $X_1$ , número de suítes- $X_2$ , vagas de garagem- $X_3$ . Quanto as variáveis exógenas, considerou-se que o potencial de contaminar o meio subterrâneo de um PRC (desamenidades), a instalação de PRC para ofertar serviços (amenidades) e condições de bem-estar urbano influenciam de forma positiva e negativa na valoração de apartamentos.

Para condições de bem-estar urbano adotou-se o índice IBEU cujas dimensões são: mobilidade, condições ambientais, habitacionais, serviços coletivos urbanos e infraestrutura (Ribeiro; Ribeiro, 2013). Adotou-se:  $0,001 \leq \text{IBEU} \leq 0,700$  (pobre-P:1),  $0,701 \leq \text{IBEU} \leq 0,800$  (regular-R:2) e  $0,801 \leq \text{IBEU} \leq 1,00$  (boas-B:3). O IBEU dos bairros do caso de estudo descreve-se na Figura 1, pelo que não considera a insegurança, felicidade, etc, identificados em contextos sociais de metrópoles, segregação residencial e segmentação territorial (Ribeiro; Ribeiro, 2013).

Assume-se que o potencial de contaminação está associado ao risco que o PRC representa ao meio subterrâneo. Adota-se a proposta de Bello et al. (2018), aferindo notas em função de critérios operacionais, normativos e ambientais, relacionados a tanques TSAC que integram os PRC. Atribuindo notas por bairros, considerou-se que imóveis em áreas de risco “grave” a “alto” se desvalorizam (código “0”). Na área com risco até “médio”, imóveis podem se valorizar pelo PRC ofertar serviços em face do risco que representa (código “1”). Portanto, risco de contaminação é variável “dummy”. Pela segunda etapa aplica-se o método estatístico de regressão linear, obtendo-se o modelo estatístico para estimar  $Y_i$  em função de  $X_1, X_2, \dots, X_n$  e suas influências. E, para que as últimas fases da regressão linear sejam satisfeitas, estima-se o preço de imóveis pelas atuais condições de (des)amenidades. Para estimar a influência destas condições, quanto ao potencial de contaminação de PRC recorre-se a formulação proposto por Lisboa et al. (2023):

$$I_i = \left[ 1 - \left( \frac{\hat{Y}_i}{\bar{Y}_i} \right) \right] \times 100 \quad (\text{eq. 2})$$

Onde “ $I_i$ ” é a influência positiva (+) ou negativa (-), máxima [ $I_{i(\text{máx})}$ ], mínima [ $I_{i(\text{mín})}$ ] e média [ $I_{i(\text{méd})}$ ] serão interpolados pelo software Golden Surfer®. E,  $\hat{Y}_i$ , é preço estimado para imóveis pelo modelo produzido. E,  $\bar{Y}_i$  é a estimativa do preço pelo modelo aferindo-se a influência do potencial de contaminação de PRC, obtendo-se:  $I_i$  substitui-se código (1)→(0) e (0)→(1).

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área urbana de Belém, capital do estado do Pará, destaca-se pela concentração de bairros com alto grau de verticalização, que são aqueles compostos por prédios residenciais, e pela presença significativa de PRC. A instalação desses PRC em áreas densamente habitadas tem sido uma preocupação crescente, especialmente devido a exposição ao risco de contaminação do solo e das águas subterrâneas. Estudos realizados por Siqueira et al. (2002) confirmaram a presença de BTEX no meio subterrâneo, provenientes de TSAC, especialmente em bairros como o Telégrafo (14), onde ocorreram vazamentos.

Para avaliar a influência do potencial contaminante dos PRC na valorização ou desvalorização dos apartamentos em Belém, foram catalogadas 288 amostras de imóveis em oferta de venda, distribuídos em 15 bairros da cidade. Essa amostragem permitiu uma análise detalhada dos impactos ambientais causados pelos PRC, com o objetivo de quantificar a relação entre a proximidade dos postos de combustíveis e as variações no preço dos imóveis em diferentes áreas urbanas. A partir dessa análise, foi possível estabelecer correlações entre o risco de contaminação e a dinâmica de valorização imobiliária na cidade. (Figura 1).

## RESULTADOS

### AVALIAÇÃO DA MODELAGEM ESTATÍSTICA

Pelo software SisDEA® gerou-se 500 modelos. Aquele de melhor desempenho estimou  $R$ ,  $R^2$  e  $R^2_a$  em 0,8672; 0,7520; e, 0,7471, cujas  $\alpha(\%)$  das variáveis são aceitáveis. Adotando-se o princípio da parcimônia (Gujarati; Porter, 2011), as variáveis explicaram mais de 75% da variação do preço na área do estudo. O Quadro 1 apresenta ANOVA, testes e resultados da regressão linear.

**Quadro 1. ANOVA, testes estatísticos e resultados da estatística de regressão linear**

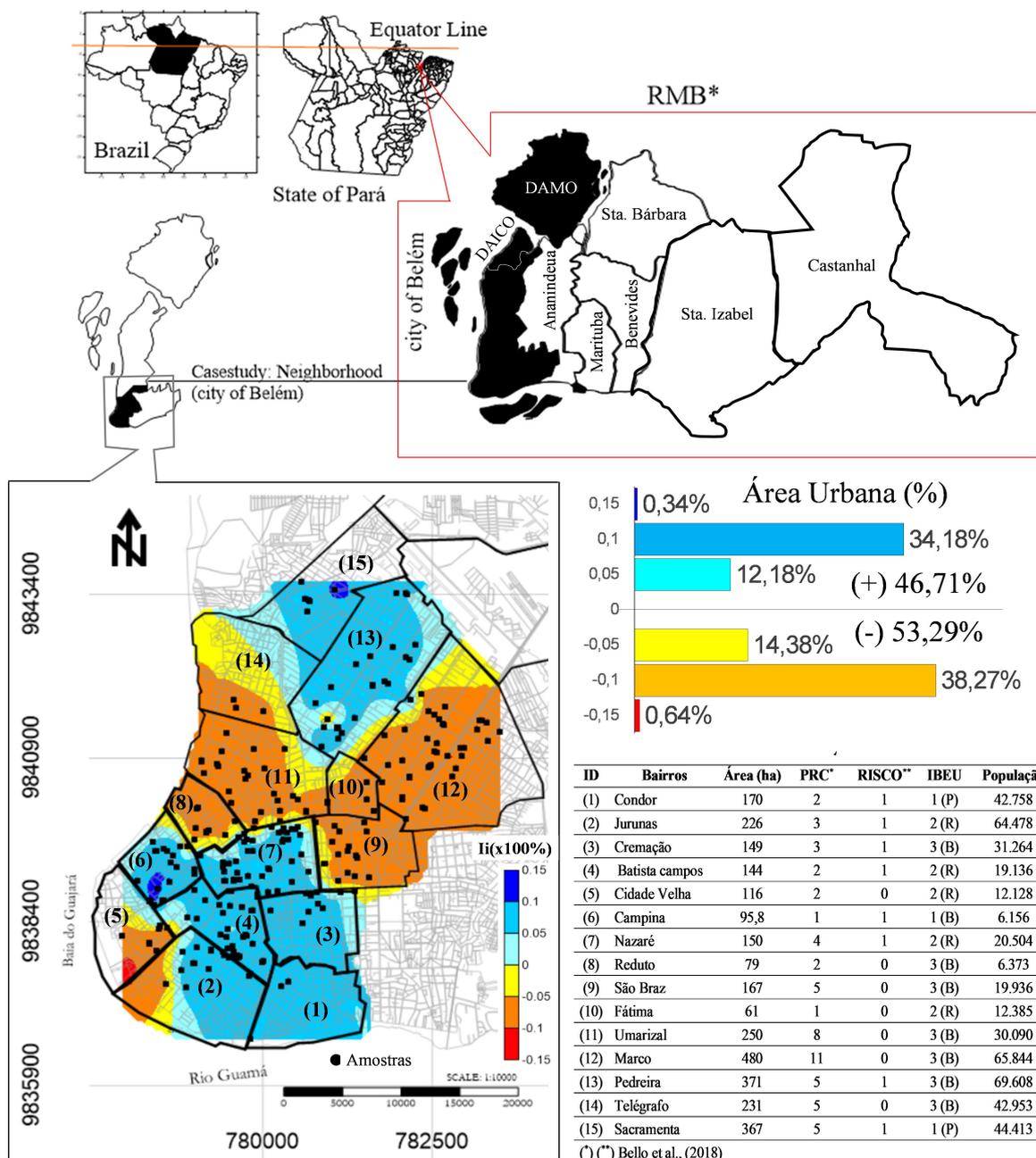
Variáveis	Característica	Limites (Mín-Máx)	Unidades	Modelo	$\beta_i$	Teste-t	$\alpha(\%)$	VIF
$X_1$	Área privativa	38-390	m <sup>2</sup>	$X_1^{1/2}$	28,99	7,52	0,00	2,07
$X_2$	Nº de suítes	0-4	quantidade	$X_2$	83,82	10,73	0,00	2,12
$X_3$	Garagem	0-1	“dammy”	$X_3$	148,83	6,27	0,00	1,07
$X_4$	IBEU	1-3	código	$1/X_4^2$	-51,70	-1,27	20,60	1,76
$X_5$	Risco	0-1	“dammy”	$X_5$	26,36	1,87	6,29	1,78
$Y_i$	Preço Unitário	2.011,49-12.222,22	R\$/m <sup>2</sup>	$Y_i^{1/2}$	221,58	5,36	0,00	-

O modelo demonstrou que, quanto maior o potencial de risco de contaminação classificado como "grave", menor será o preço unitário dos imóveis. A confiabilidade do modelo foi avaliada em 99% ( $\alpha=1\%$ ), possibilitando inferências robustas com base no Teste-F (154,04). O modelo não violou as Hipóteses de Gauss-Markov (HGM), e a análise dos resíduos indicou que os erros possuem distribuição normal (de acordo com a regra 3 $\sigma$ : 1 $\sigma$ [64%], 1,64 $\sigma$ [90%] e 1,96 $\sigma$ [95%]).

Além disso, o teste de *Variance Inflation Factor* (VIF) mostrou que não há colinearidade significativa entre as variáveis explicativas (VIF entre 1 e 10), e menos de 5% da amostra apresentou valores "outliers". A distância de Cook não detectou dados influenciadores, e o teste de White não indicou a violação da homoscedasticidade, reforçando a adequação do modelo. Esses resultados indicam que o modelo é eficiente e capaz de explicar a influência do risco de contaminação sobre os preços dos imóveis na área urbana de Belém/PA, com base nas variáveis selecionadas.

### INFLUÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO NO SETOR IMOBILIÁRIO

A influência da contaminação no setor imobiliário da área urbana de Belém/PA reflete o impacto que os riscos ambientais, especificamente relacionados aos PRC, exercem sobre a valoração dos imóveis. Nos bairros classificados com "grave" e "alto" risco de contaminação, os preços dos apartamentos mostraram uma tendência de desvalorização significativa, variando entre 4,48% e 11,61% (Figura 1).



### Figura 1. A influência do risco de contaminação do meio subterrâneo nos preços de imóveis em Belém/PA.

Estes resultados alinharam-se aos resultados obtidos por Klafke (2020) que referiram que a desvalorização de imóveis frente aos riscos de contaminação variou de 10-30%. Importante ressaltar que os referidos bairros com “grave” e “alto” risco são diretamente afetados pela contaminação do solo e das águas subterrâneas, principalmente devido a vazamentos de combustíveis dos PRC, o que resulta em desvalorização acentuada das propriedades (Figura 1).

Por outro lado, nos bairros classificados como de “médio” risco, onde os PRC são percebidos principalmente como prestadores de serviços úteis, como o abastecimento de combustíveis, os preços dos apartamentos tenderam a valorizar-se. Nesses casos, os imóveis apresentaram uma valorização entre 4,04% e 12,13%, sugerindo que os serviços oferecidos pelos PRC podem ser considerados uma amenidade em áreas com risco controlado de contaminação (Figura 1).

A análise espacial revela que, em 53,29% da área urbana de Belém, a presença dos PRC levou a uma desvalorização dos imóveis (considerada uma desamenidade), enquanto em 46,71% da área, os PRC contribuíram para a valorização dos apartamentos, pelo fato de representarem uma oferta de serviços essenciais (considerada uma amenidade). Esse balanço entre os efeitos negativos e positivos dos PRCs sobre o valor dos imóveis destaca a necessidade de uma gestão rigorosa e de políticas públicas que equilibrem a oferta de serviços com a preservação ambiental para minimizar os impactos negativos e potencializar os benefícios para a população urbana.

## CONCLUSÕES

Nesta pesquisa, por assumir condicionalismos e pressupostos, a hipótese de que áreas com alto grau de risco potencial de contaminação do meio subterrâneo desvaloriza os valores de imóveis do tipo apartamento foi validada na área urbana da cidade de Belém/PA. Assim, nessa área, os imóveis tendem a se valorizar e desvalorizar quando se situarem em áreas de até “médio”, e “grave” até o “alto” risco de contaminação do meio subterrâneo, respectivamente.

No contexto do planejamento urbano e da gestão ambiental de cidades amazônicas, os principais resultados deste estudo demonstraram que os postos revendedores de combustíveis, embora essencial para a oferta de serviços, representam risco significativo para o meio subterrâneo, afetando de forma positiva e negativa o valor de bens imóveis do tipo apartamento, respectivamente.

Deste modo, pode-se constatar que apartamento situados em bairros com graus "grave" ou "alto" potencial de risco de contaminação apresentaram desvalorização entre 4,48% e 11,61%. Em contrapartida, imóveis localizados em bairros com risco "médio", onde os PRC oferecem serviços que beneficiam a população local, se valorizam entre 4,04% e 12,13%. A percepção do risco explicar o impacto multifacetado do potencial de contaminação do meio subterrâneo, que pode valorizar e desvalorizar os imóveis.

Convém considerar que a inserção de outras amostras e variáveis, e outras considerações sobre o risco de contaminação do meio subterrâneo, podem influenciar os valores de apartamento, valorizando-os ou desvalorizando-os. Ainda que a modelagem hedônica desenvolvida possa ser utilizada em outras cidades, a coleta de dados deve satisfazer as condições do mercado imobiliário local.

Em geral, a proposição metodológica apresentada neste trabalho para avaliar a influência da contaminação do meio subterrâneo sobre o mercado imobiliário pode auxiliar a implementação de políticas de desenvolvimento sustentável que conciliem a expansão urbana com a preservação ambiental, promovendo um equilíbrio entre crescimento econômico e qualidade de vida, principalmente em cidades amazônicas. Portanto, este estudo pioneiro pode auxiliar a gestão ambiental e o desenvolvimento de políticas urbanas para mitigar impactos negativos da contaminação do meio subterrâneo, pelo que tais políticas são importantes instrumentos para impulsionar o setor imobiliário de cidades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14653-2: **Avaliação de bens Parte 2: Imóveis Urbanos**. Brasil, 2011.
2. BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços**. Resolução nº 273, de 29 de novembro de 2000.
3. BELLO, L. A. L.; FRAGOSO, E. C.; De CAMPOS, T. M. P. **Método multicriterial para avaliação do risco ambiental no comércio de combustíveis na primeira Léguas Patrimonial de Belém**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 23, p. 181-190, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018158608>
4. CAMPOS, J. E. G; FREITAS-SILVA, F.H (1998). **Hidrogeologia do Distrito Federal**. In: **Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal**. Parte I. Vol. II; IEMA-SEMATEC/ Universidade de Brasília (Inédito). 66. p

5. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2014
6. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas**. São Paulo: CETESB, 2020. Disponível em [http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/31/2020/12/Manual\\_Areas\\_Contaminadas\\_2020.pdf](http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/31/2020/12/Manual_Areas_Contaminadas_2020.pdf). Acesso em 28 de Junho de 2024
7. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. (2011). **Relatório de atendimento á acidentes ambientais em postos e sistemas retalhistas de combustíveis 1984 a 2004**, 2005. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br> Acesso em 28 de Junho de 2024
8. CORSEUIL, H. X; MARINS, M. D. M. **Contaminação de águas subterrâneas por derramamentos de gasolina: o problema é grave**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 2, n. 2, p. 50-54, 1997.
9. DA SILVA, M. L. G; SOUZA, I. L; RIBEIRO, A. J. A. **Diagnóstico das interferências de postos de revenda de combustíveis com áreas protegidas**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, v. 6, n. 1, p. 18-28, 2018. doi: <https://doi.org/10.9771/gesta.v6i1.21725>.
10. DUARTE, K.S. (2003). **Avaliação do Risco Relacionado à Contaminação de Solos por Hidrocarboneto no Distrito Federal**. Tese (Doutorado em Geotecnia). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília (UnB). 282. p
11. FERREIRA, R. F. da S.; NASCIMENTO, A. P. B.; YOSHIKAWA, N. K. **O avanço imobiliário em áreas contaminadas: uma alternativa de urbanização sustentável sobre a perspectiva dos objetivos de desenvolvimento sustentável da agenda 2030**. Journal of Urban Technology and Sustainability, [S. l.], v. 5, n. 1, p. e39, 2022. DOI: 10.47842/juts.v5i1.39
12. GAZOLA, S. **Construção de um modelo de regressão para avaliação de imóveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
13. GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. 924 p.
14. KLAFKE, A. V. **Desvalorização de imóveis pela contaminação do solo e da água subterrânea: Proposta de metodologia técnico-científica para avaliação do passivo ambiental**. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.
15. LISBOA, E. G.; GOMES, R. D. S.; JUNIOR, W. S. **A Influência dos Impactos de Alagamentos nos Preços de Apartamentos: Modelagem por Inferência Estatística Aplicada na Zona Urbana da Cidade de Belém/PA**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (COBREAP) XXII, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, 2023, p. 1-30.
16. LISBOA, E.G. **Contribuições ao processo de análise de riscos de contaminação das águas subterrâneas: proposta fuzzy-probabilística**. (Tese de Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2019. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10216/120610>
17. LISBOA, E. G.; MENDES, R.L.R ; FIGUEIREDO, M. M. P. ; BELLO, L. A. L. . **Fuzzy-Probabilistic Model for a Risk Assessment of Groundwater Contamination: Application to an Urban Zone in the City of Belém, Pará, Brazil**. Water, v. 12, p. 1437, 2020. doi: < <https://doi.org/10.3390/w12051437>>
18. MATTOS JR., A. S.; MAIA, T. Q. **Contaminação do solo por combustíveis: impactos ambientais e riscos à saúde pública**. Trabalho apresentado no COBREAP XIX, 2017.
19. MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. G. **Introduction to Linear Regression Analysis**. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006.
20. RIBEIRO, L. C. D. Q.; RIBEIRO, M. G. **Índice de Bem-Estar Urbano (IBEU)**. Rio de Janeiro: Letra Capital/Observatório das Metrópoles, 2013.
21. ROSEN, S. **Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition**. Journal of Political Economy, v. 82, n. 1, p. 34-55, 1974.
22. SIQUEIRA, W. S.; ANJOS, G. C.; SOUZA, E. L. **Avaliação Preliminar dos Riscos Potenciais de Contaminação das Águas Subterrâneas por Postos de Combustíveis no Município de Belém**. Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, Florianópolis, 2002.
23. WANDERLEY, K. R. **Avaliação De Imóveis E Suas Valorizações**, REVISTA FOCO, v. 17, n. 8, p. e5877, 12 ago. 2024. DOI: 10.54751/revistafoco.v17n8-056.

24. YANG, L.; CHAU, K. W.; CHEN, Y. **Impacts of information asymmetry and policy shock on rental and vacancy dynamics in retail property markets.** *Habitat International*, v. 111, n. May, p. 102359, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2021.102359>