

A Influência dos Impactos de Alagamentos nos Preços de Apartamentos

Modelagem por Inferência Estatística aplicada na Zona Urbana da cidade de Belém/PA



11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



IBAPE NACIONAL
Instituto Brasileiro de Avaliações
e Perícias de Engenharia

AUTORES

- **Érico Gaspar Lisboa:**

Engº Civil (UFPA), Doutor em Engº Civil (FEUP),
Professor da Universidade da Amazônia (UNAMA)



- **Rogério D. Souza Gomes:**

Engº Civil (UFPA), Engº do Banco do Estado do Pará S/A
(Banpará)

- **Wankes Solony Júnior:**

Engº Civil (UFPA), Mestrando em Engº Civil (UFPA), Engº do
Tribunal Regional do Trabalho 8ª Região (TRT 8)

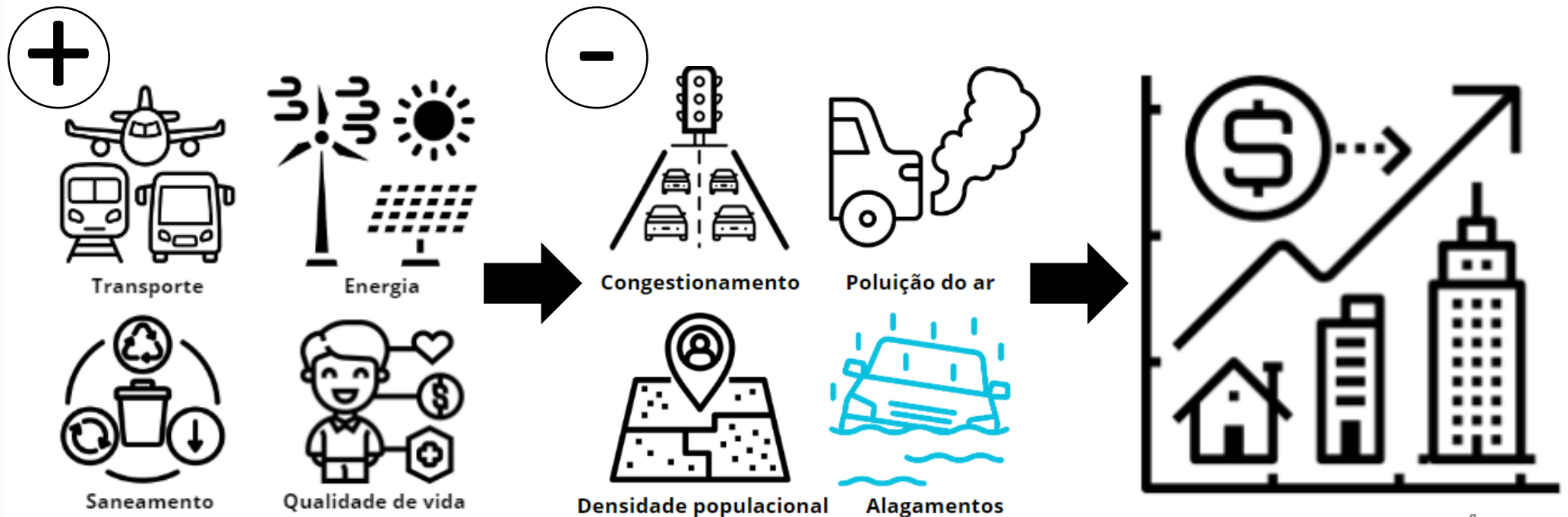


DESENVOLVIMENTO

- ASPECTOS INTRODUTÓRIOS;
- INFERÊNCIA ESTATÍSTICA;
- PROCEDIMENTO METODOLÓGICO;
- ESTUDO DE CASO (cidade de Belém/PA)
- PRINCIPAIS RESULTADOS
 - Da modelagem estatística
 - Da aplicação na zona urbana de Belém/PA
- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

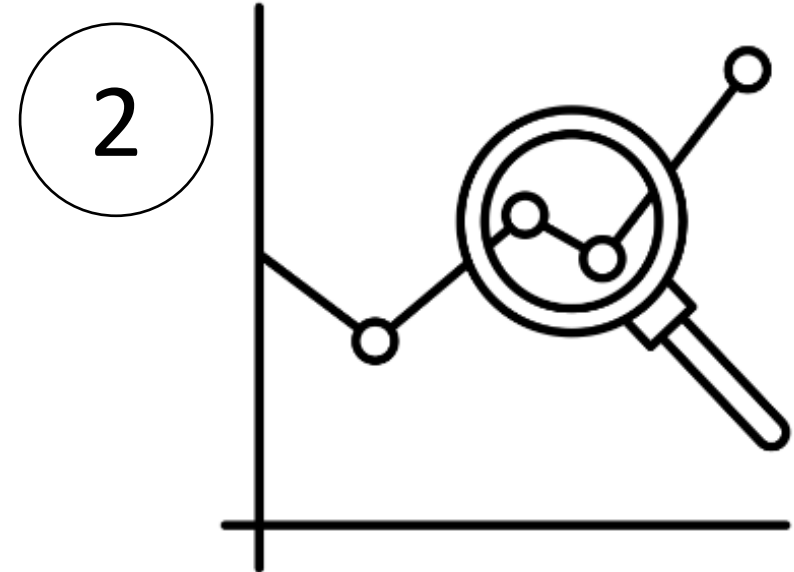
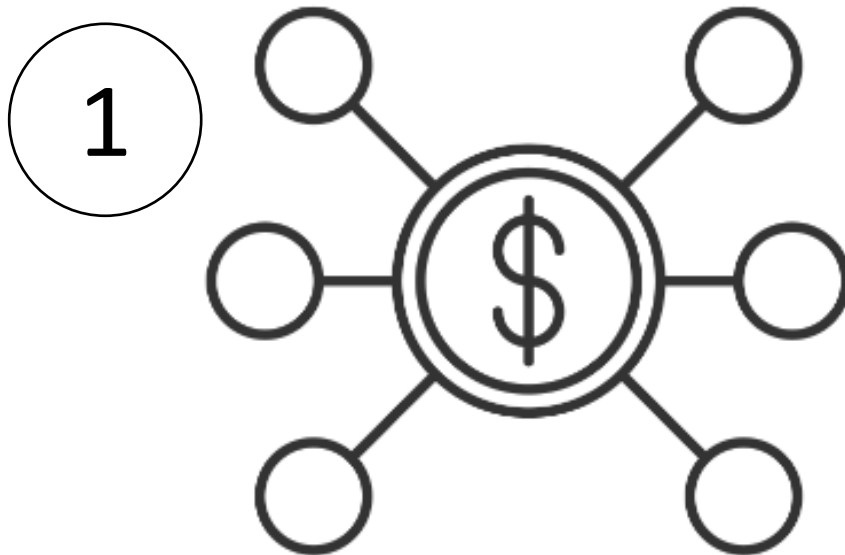
ASPECTOS INTRODUTÓRIO

- VERTICALIZAÇÃO URBANA (valorização imobiliária);
- FATORES ENDÓGENOS (mercado) e EXÓGENOS (não-mercado)
- IMPACTOS POSITIVOS e NEGATIVOS (EXTERNALIDADES);



INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

- TEORIA DOS PREÇOS HEDÔNICOS (disposição à pagar);
- VALORAÇÃO DE BENS IMÓVEIS E SUAS EXTERNALIDADES
- INFERÊNCIA ESTATÍSTICA (NBR 14.653/2): 4 ETAPAS



- SELEÇÃO DE VARIÁVEIS (Y e X_i)
- PREDIÇÃO ($\hat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon_i$)

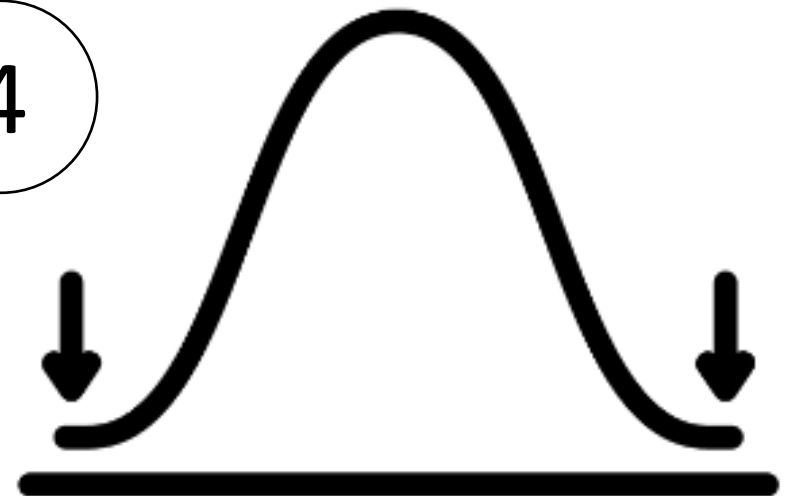
INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

- TEORIA DOS PREÇOS HEDÔNICOS (disposição à pagar);
- VALORAÇÃO DE BENS IMÓVEIS E SUAS EXTERNALIDADES
- INFERÊNCIA ESTATÍSTICA (NBR 14.653/2): 4 ETAPAS

3

β

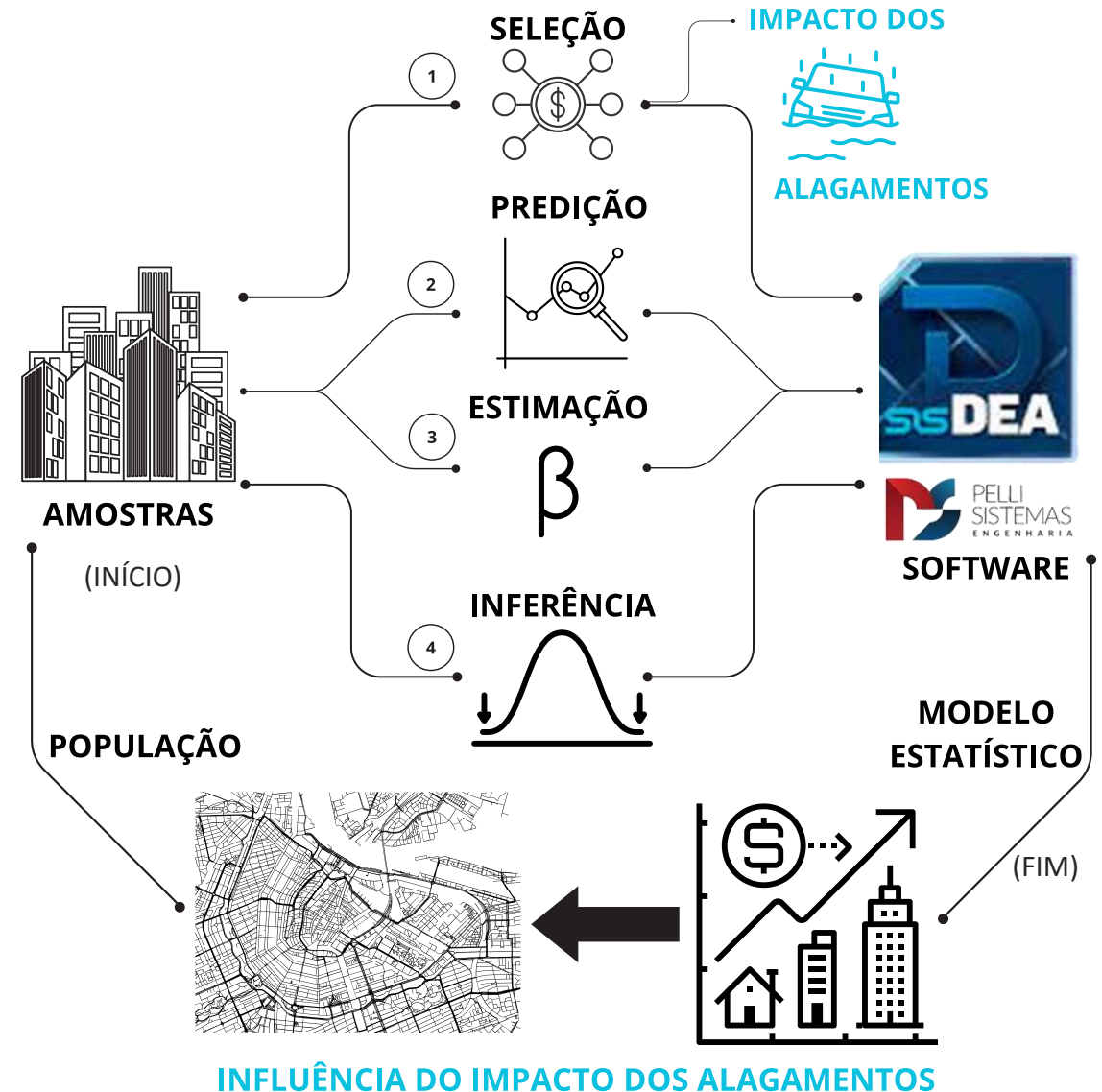
4



- ESTIMAÇÃO DOS REGRESSORES • INFERÊNCIA (SQ_E , SQ_R , SQ_T , R , R^2 , R^2_{aj})

INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

- INFERÊNCIA ESTATÍSTICA
 - Amostras (observações)
 - Coletadas de uma população
 - Etapas da modelagem
 - Utilização do software SisDEA®
 - Obtenção do modelo estatístico
 - Estimativa da amenidade (impacto dos alagamentos)



11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

1

DADOS DO TIPO APARTAMENTO

Etapa caracterizada pelo levantamento de dados (observações) de bens imóveis do tipo apartamento em plataforma “web” de anúncios de vendas; e, seleção das variáveis independentes (mercado e não-mercado)

2

INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

Esta etapa é caracterizada pela aplicação do procedimento estatístico para valorar um bem imóvel do tipo apartamento com base na NBR 14.653/2 (ABNT, 2011)

3

ESTIMATIVA DA INFLUÊNCIA DA AMENIDADE

Esta etapa é caracterizada por estimar a influência dos graus de impactos de alagamentos nos preços de um bem imóvel urbano do tipo apartamento

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

- **COLETA DE DADOS** (observações)
- **VARIÁVEIS** (mercado e de não-mercado)

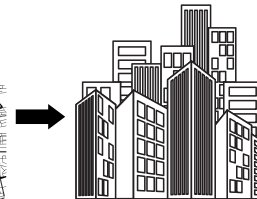
1

DADOS DO TIPO APARTAMENTO

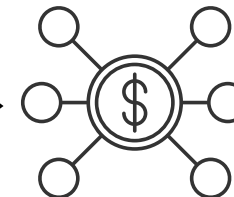
Etapa caracterizada pelo levantamento de dados (observações) de bens imóveis do tipo apartamento em plataforma “web” de anúncios de vendas; e, seleção das variáveis independentes (mercado e não-mercado)



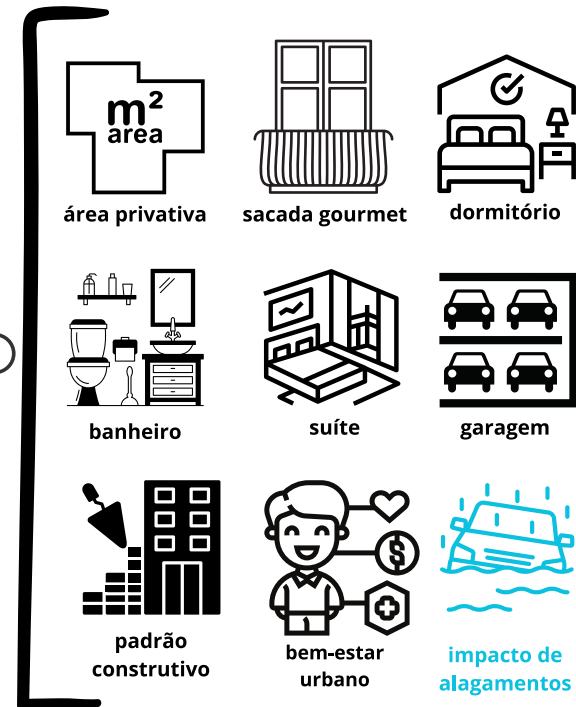
POPULAÇÃO



AMOSTRAS

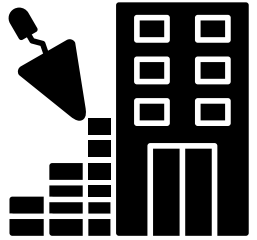


SELEÇÃO



PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

- VARIÁVEIS CÓDIGO ALOCADO
- PADRÃO CONSTRUTIVO



padrão
construtivo

1

DADOS DO TIPO APARTAMENTO

Etapa caracterizada pelo levantamento de dados (observações) de bens imóveis do tipo apartamento em plataforma “web” de anúncios de vendas; e, seleção das variáveis independentes (mercado e não-mercado)

“Baixo” (código 1)	“Moderado” (código 2)	“Alto” (código 3)
		

11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

1

DADOS DO TIPO APARTAMENTO

Etapa caracterizada pelo levantamento de dados (observações) de bens imóveis do tipo apartamento em plataforma “web” de anúncios de vendas; e, seleção das variáveis independentes (mercado e não-mercado)

- VARIÁVEIS CÓDIGO ALOCADO
- IMPACTO DOS ALAGAMENTOS
(em função da área total do bairro)



impacto de
alagamentos



1

0% - 10%
Baixo (B)



2

10% - 50%
Moderado (M)



3

50% - 100%
Alto (A)

11^A15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

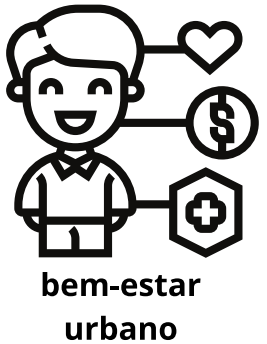
PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

1

DADOS DO TIPO APARTAMENTO

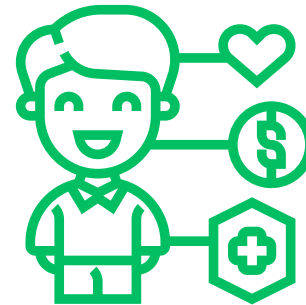
Etapa caracterizada pelo levantamento de dados (observações) de bens imóveis do tipo apartamento em plataforma “web” de anúncios de vendas; e, seleção das variáveis independentes (mercado e não-mercado)

- VARIÁVEIS CÓDIGO ALOCADO
- BEM-ESTAR URBANO (IBEU)



$$IBEU = \sum_{i=1}^n D_i / 5$$

MOBILIDADE AMBIENTAIS HABITACIONAIS SERVIÇOS COLETIVOS INFRAESTRUTURA



1

$0,8 \leq IBEU \leq 1$
Boa (B)



2

$0,701 \leq IBEU \leq 0,8$
Regular (R)



3

$0,001 \leq IBEU \leq 0,7$
Pobre (P)

11^A15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

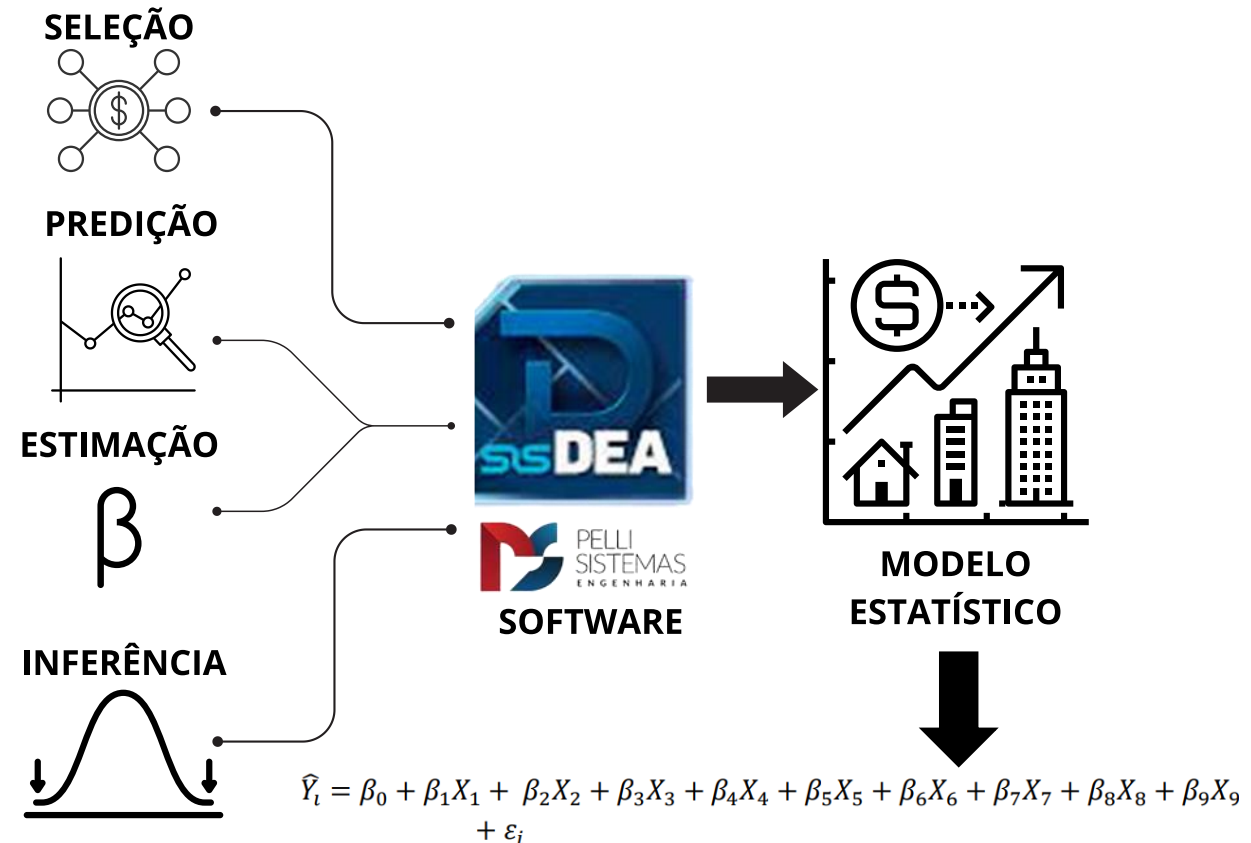
PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

2

INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

Esta etapa é caracterizada pela aplicação do procedimento estatístico para valorar um bem imóvel do tipo apartamento com base na NBR 14.653/2 (ABNT, 2011)

• APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO



11^A15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

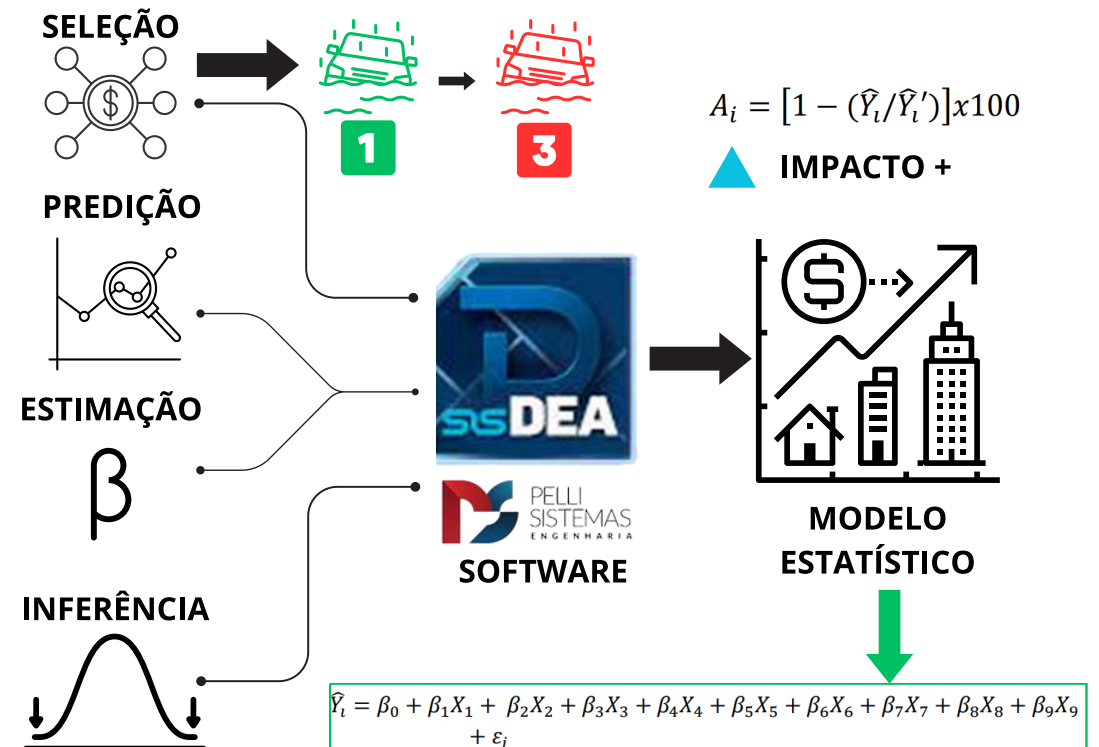
PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3

ESTIMATIVA DA INFLUÊNCIA DA AMENIDADE

Esta etapa é caracterizada por
estimar a influência dos graus
de impactos de alagamentos nos
preços de um bem imóvel urbano do
tipo apartamento

• ESTIMATIVA DA INFLUÊNCIA DO IMPACTO DOS ALAGAMENTOS



Influência do “baixo” impacto nos preços de
bens imóveis do tipo apartamento

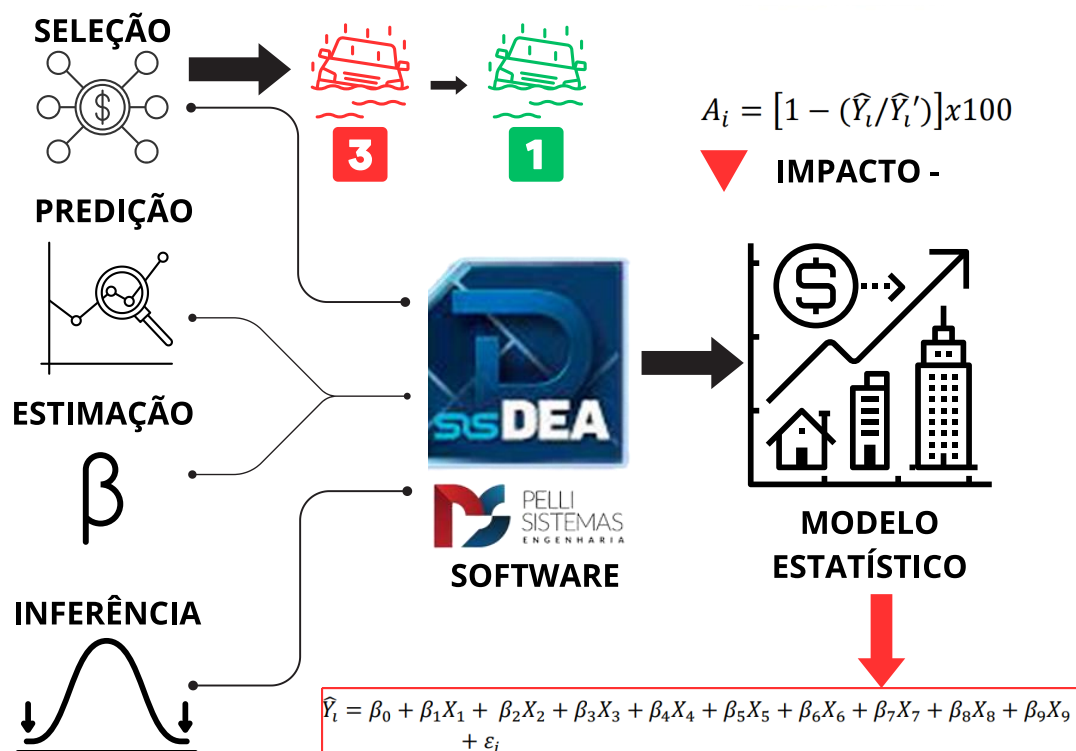
PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3

ESTIMATIVA DA INFLUÊNCIA DA AMENIDADE

Esta etapa é caracterizada por estimar a influência dos graus de impactos de alagamentos nos preços de um bem imóvel urbano do tipo apartamento

• ESTIMATIVA DA INFLUÊNCIA DO IMPACTO DOS ALAGAMENTOS



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

▼ **IMPACTO -**

Influência do “alto” impacto nos preços de bens imóveis do tipo apartamento

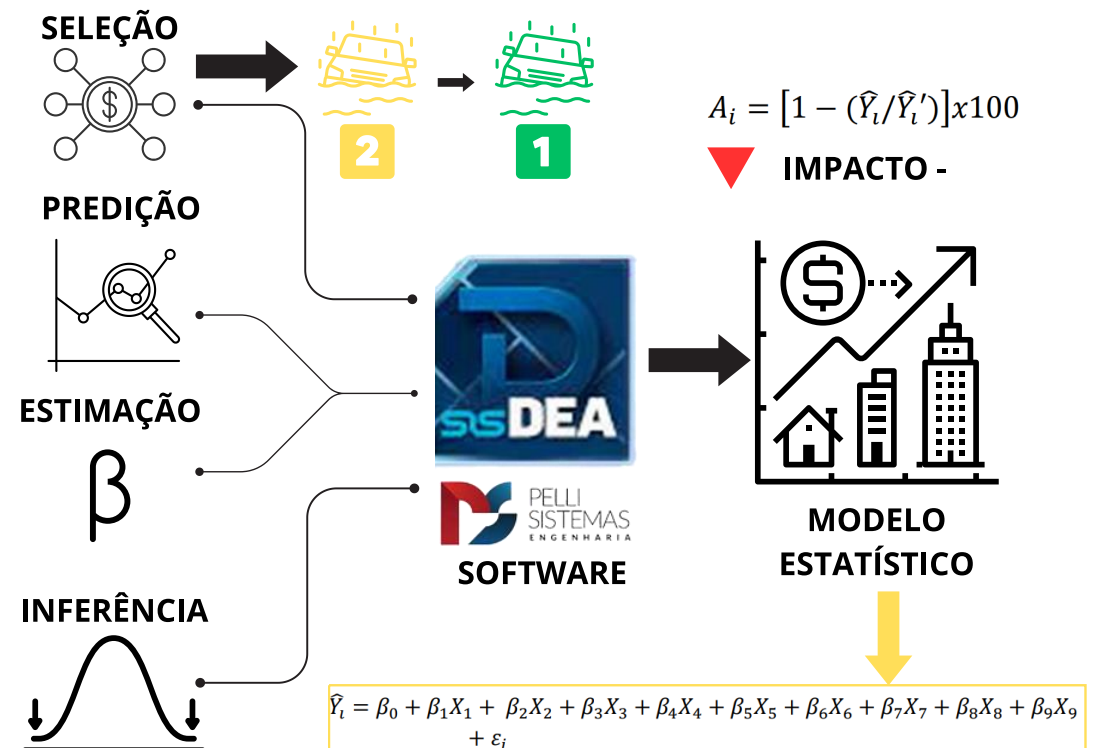
PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3

ESTIMATIVA DA INFLUÊNCIA DA AMENIDADE

Esta etapa é caracterizada por estimar a influência dos graus de impactos de alagamentos nos preços de um bem imóvel urbano do tipo apartamento

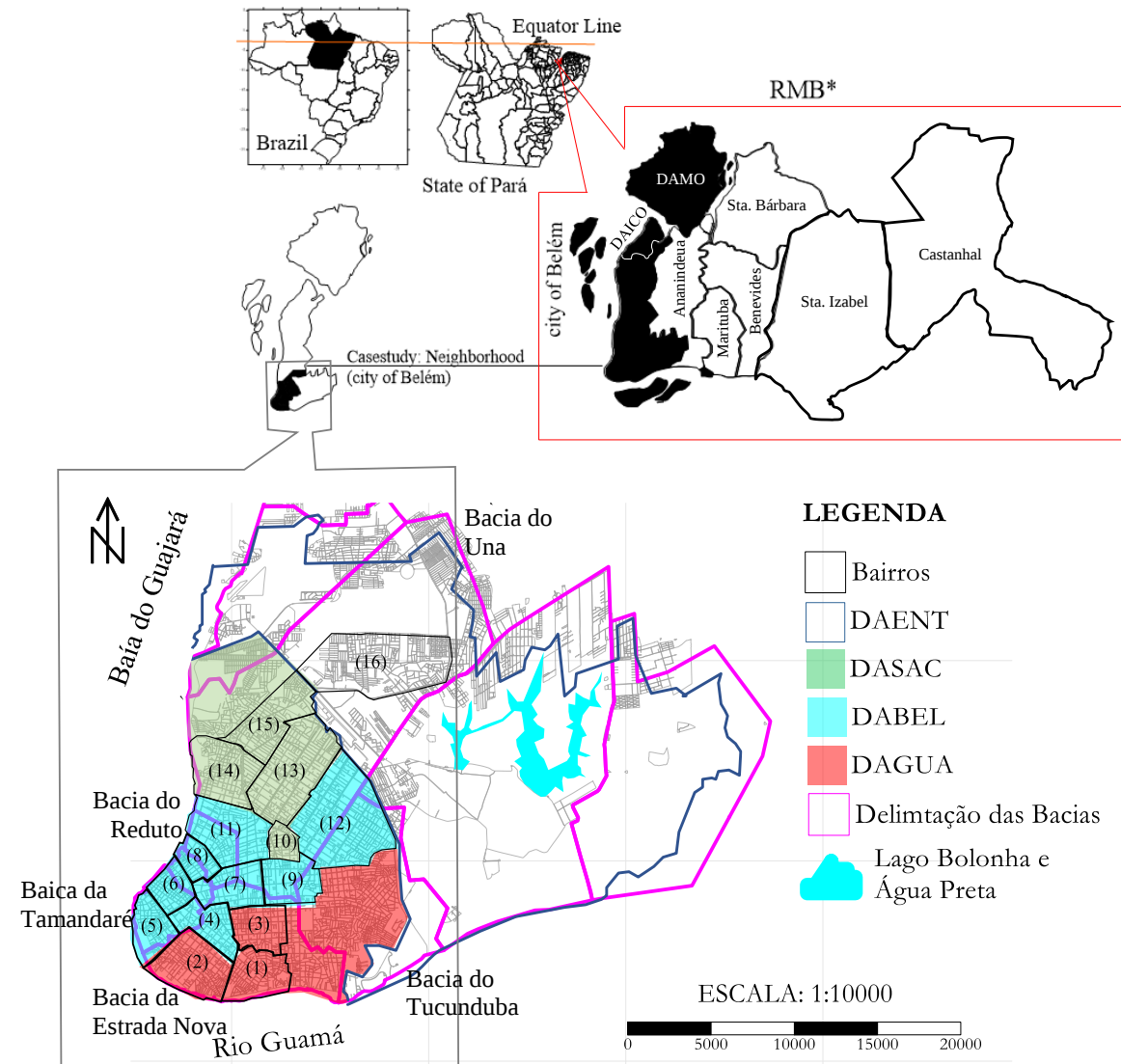
• ESTIMATIVA DA INFLUÊNCIA DO IMPACTO DOS ALAGAMENTOS



Influência do “moderado” impacto nos preços de bens imóveis do tipo apartamento

ESTUDO DE CASO (cidade de Belém/PA)

- ZONA URBANA;
- 87 AMOSTRAS;
- 16 bairros;
- Bairros mais verticalizados;
- Impacto de alagamentos
- 5 bacias hidrográficas;
- Obras de Macrodrenagem;
- 4 distritos administrativos.



ESTUDO DE CASO (cidade de Belém/PA)

• IMPACTO DOS ALAGAMENTOS (bairros da zona urbana)

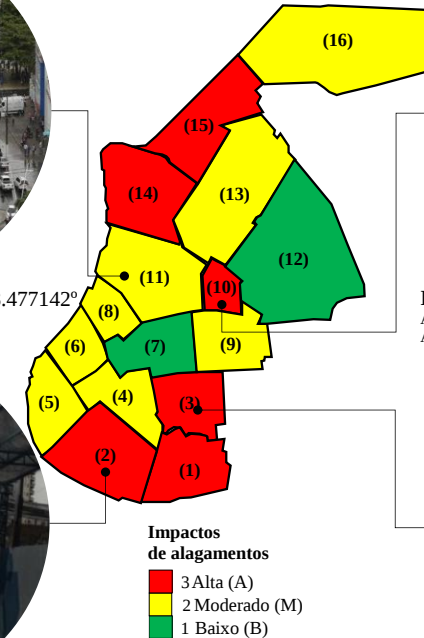
Bairros	Area (ha)	Area alagável (%)	Código (X ₄)	IBEU	Código (X ₅)
(1) Condor	170	100	3 (A■)	0,608	3 (P■)
(2) Jurunas	226	84,96	3 (A■)	0,703	2 (R■)
(3) Cremação	149	51,68	3 (A■)	0,865	1 (B■)
(4) Batista campos	144	34,72	2 (M■)	0,800	2 (R■)
(5) Cidade Velha	116	42,24	2 (M■)	0,800	2 (R■)
(6) Campina	95,8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



Latitude: -1.458036°; Longitude: -48.477142°
Avenida Doca de Souza Franco, esquina com a
Avenida Manuel Barata.



Latitude: -1.459760°; Longitude: -48.484441°
Rua dos Paríquis esquina com a
Avenida Quintino Bocauiva



Fonte das fotos: Jornal OLiberal (<https://www.oliberal.com>)



Latitude: -1.448942°; Longitude: -48.475788°
Avenida Nove de Janeiro esquina com a
Avenida Governador José Malcher



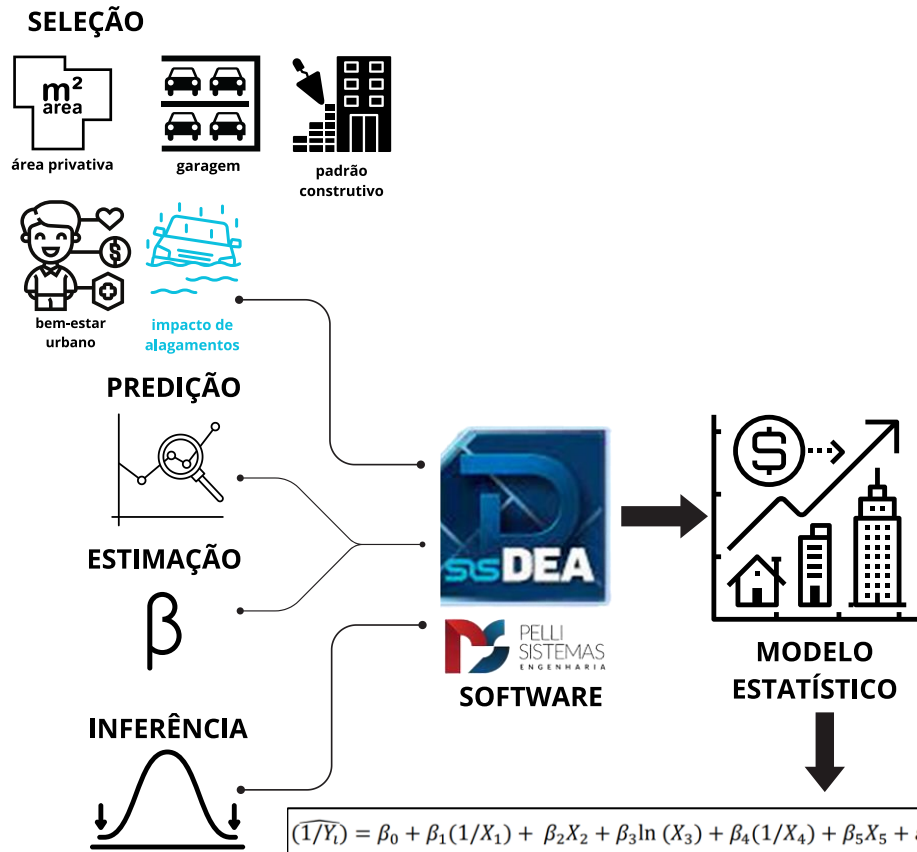
Latitude: -1.458187°; Longitude: -48.477228°
Avenida Alcindo Cacela esquina com a
Avenida dos Mundurucus

11^A15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

PRINCIPAIS RESULTADOS

- Da modelagem estatística



- Apresentaram significância (α) > 30%

Variáveis/Parâmetros	$\beta_n (10^{-7})$	Transf.	Intervalos	Teste-T	α (%)
Área privativa (X_1)/(β_1)	1043,65	$1/(X_1)$	40 – 250 m²	4,50	0,01
Vagas garagem (X_2)/(β_2)	1,351	(X_2)	0 – 3	1,60	3,90
Padrão constr. (X_3)/(β_3)	-9,098	$\ln(X_3)$	1 – 3	4,07	0,01
I. alagamentos (X_4)/(β_4)	-1,840	$1/(X_4)$	1 – 3	1,43	0,95
IBEU (X_5)/(β_5)	1,262	(X_5)	1 – 3	3,40	23,12
Preço unitário (Y)/(β_0)	14,627	$1/(Y_i)$	250 – 2.500	20,66	0,01
R	0,9498	-	-	-	-
R^2	0,9022	-	-	-	-
$R^2_{ajustado}$	0,8953	-	-	-	-
Teste-F	130,962	-	-	-	1,00
SQR	4,673	-	-	-	-
SQE	5,067	-	-	-	-
STQ	5,180	-	-	-	-

PRINCIPAIS RESULTADOS

- Da modelagem estatística • Relação entre as variáveis X_i e Y

• Normalidade dos resíduos

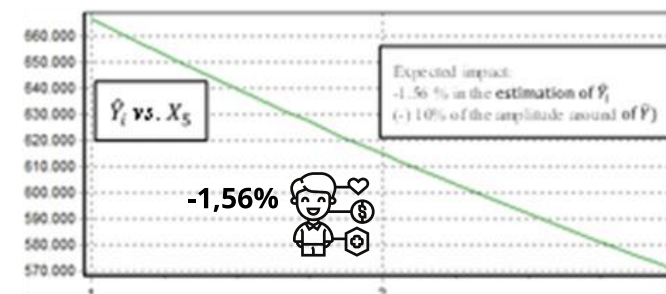
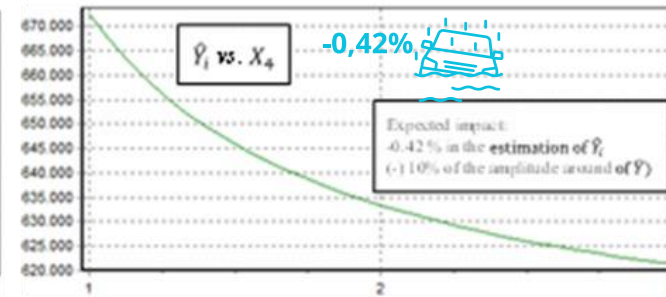
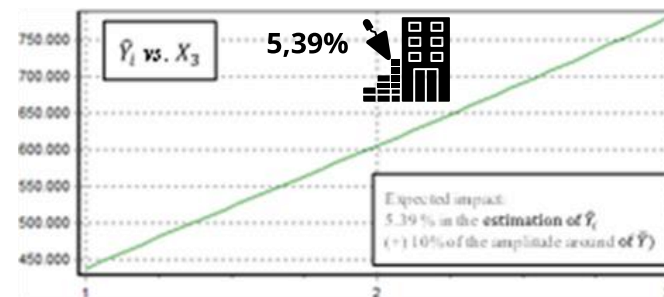
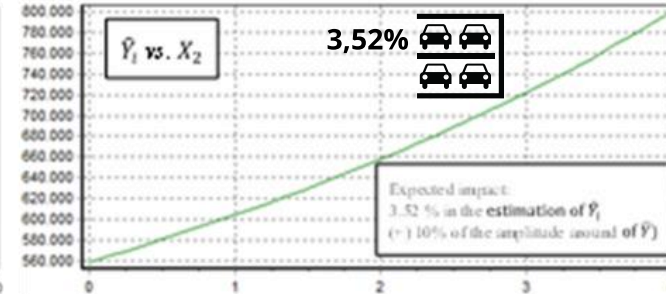
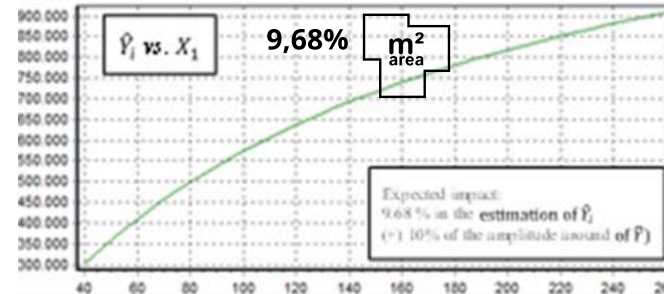
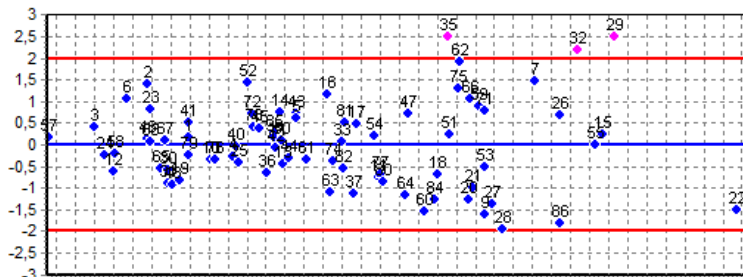
1σ [71%], $1,64\sigma$ [92%] e $1,96\sigma$ [96%]

• Colinearidade – VIF

Modelo	Variável dependente	VIF	Característica
1	X_1 – área privativa	1,6587	Colinearidade aceitável
2	X_2 - vagas de garagem	2,6869	Colinearidade aceitável
3	X_3 – padrão construtivo	1,8538	Colinearidade aceitável
4	X_4 – Impacto de Alagamentos	1,0988	Colinearidade aceitável
5	X_5 – IBEU	1,1274	Colinearidade aceitável

• Erros homocedásticos

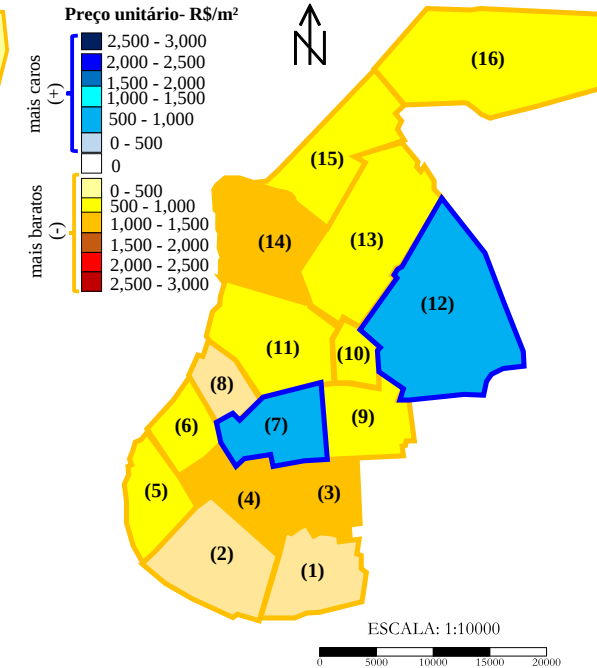
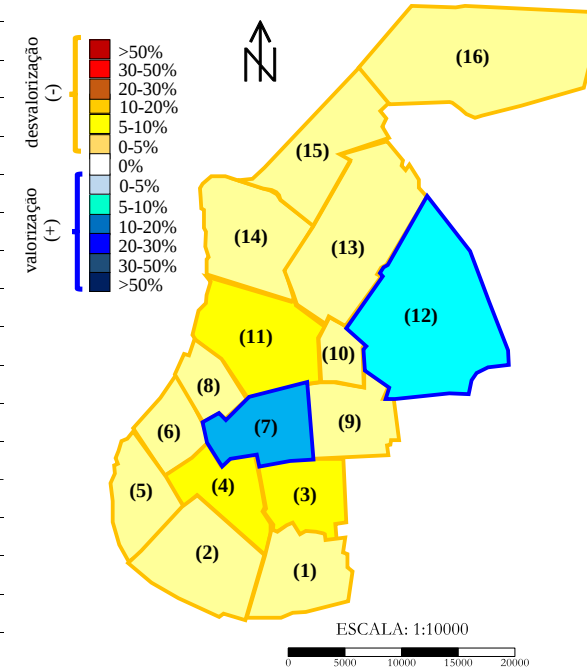
Teste de White



PRINCIPAIS RESULTADOS

-Da aplicação na zona urbana de Belém/PA

Bairros		(Des)valorização A _i (%)	Preço unitário R\$/m ²
(1)	Condor	-04,78(▼)	263,19(▼)
(2)	Jurunas	-04,40(▼)	156,71(▼)
(3)	Cremação	-12,65(▼)	756,61(▼)
(4)	Batista Campos	-11,75(▼)	965,82(▼)
(5)	Cidade Velha	-05,09(▼)	248,78(▼)
(6)	Campina	-06,14(▼)	312,62(▼)
(7)	Nazaré	+09,23(▲)	510,32(▲)
(8)	Reduto	-03,98(▼)	167,97(▼)
(9)	São Braz	-06,70(▼)	471,30(▼)
(10)	Fátima	-05,81(▼)	343,21(▼)
(11)	Umarizal	-05,10(▼)	832,12(▼)
(12)	Marco	+18,64(▲)	1.153,51(▲)
(13)	Pedreira	-03,88(▼)	143,83(▼)
(14)	Telégrafo	-13,96(▼)	385,37(▼)
(15)	Sacramenta	-05,76(▼)	308,12(▼)
(16)	Marambaia	-04,01(▼)	223,68(▼)

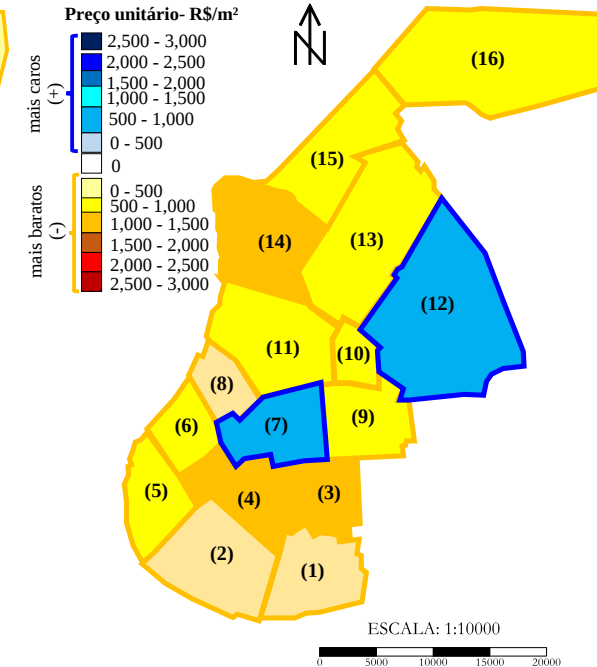
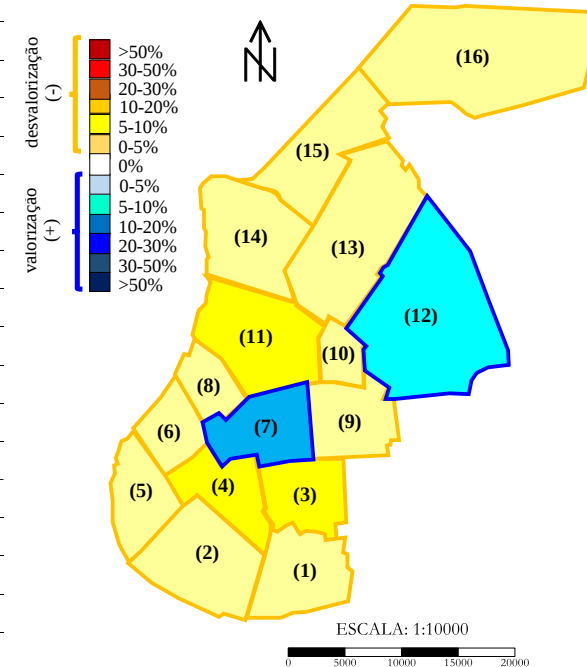


- McKenzie e Levendis (2010): desvalorização de 4,6% em imóveis localizados em áreas mais suscetíveis a inundações nos EUA;

PRINCIPAIS RESULTADOS

-Da aplicação na zona urbana de Belém/PA

Bairros		(Des)valorização A_i (%)	Preço unitário R\$/m ²
(1)	Condor	-04,78(▼)	263,19(▼)
(2)	Jurunas	-04,40(▼)	156,71(▼)
(3)	Cremação	-12,65(▼)	756,61(▼)
(4)	Batista Campos	-11,75(▼)	965,82(▼)
(5)	Cidade Velha	-05,09(▼)	248,78(▼)
(6)	Campina	-06,14(▼)	312,62(▼)
(7)	Nazaré	+09,23(▲)	510,32(▲)
(8)	Reduto	-03,98(▼)	167,97(▼)
(9)	São Braz	-06,70(▼)	471,30(▼)
(10)	Fátima	-05,81(▼)	343,21(▼)
(11)	Umarizal	-05,10(▼)	832,12(▼)
(12)	Marco	+18,64(▲)	1.153,51(▲)
(13)	Pedreira	-03,88(▼)	143,83(▼)
(14)	Telégrafo	-13,96(▼)	385,37(▼)
(15)	Sacramenta	-05,76(▼)	308,12(▼)
(16)	Marambaia	-04,01(▼)	223,68(▼)

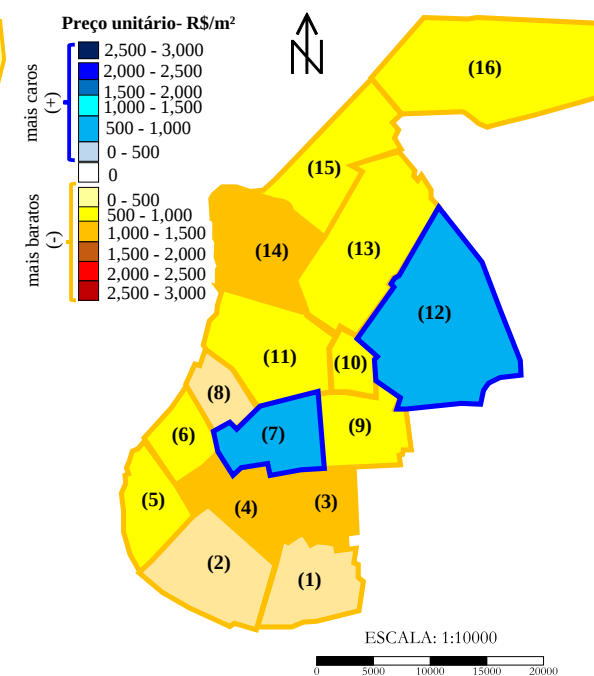
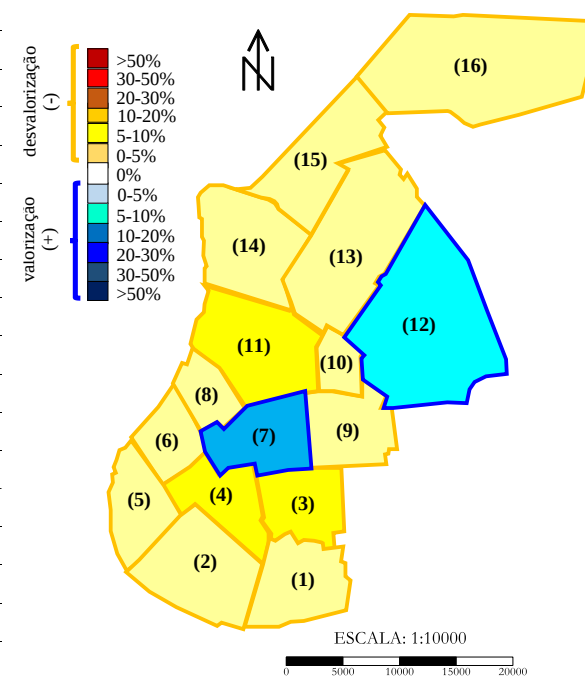


- Eves (2004): imóveis no Reino Unido em áreas suscetíveis a inundações podem ter preços depreciados entre 5% a 40%.

PRINCIPAIS RESULTADOS

-Da aplicação na zona urbana de Belém/PA

Bairros		(Des)valorização	Preço unitário
		A _i (%)	R\$/m ²
(1)	Condor	-04,78(▼)	263,19(▼)
(2)	Jurunas	-04,40(▼)	156,71(▼)
(3)	Cremação	-12,65(▼)	756,61(▼)
(4)	Batista Campos	-11,75(▼)	965,82(▼)
(5)	Cidade Velha	-05,09(▼)	248,78(▼)
(6)	Campina	-06,14(▼)	312,62(▼)
(7)	Nazaré	+09,23(▲)	510,32(▲)
(8)	Reduto	-03,98(▼)	167,97(▼)
(9)	São Braz	-06,70(▼)	471,30(▼)
(10)	Fátima	-05,81(▼)	343,21(▼)
(11)	Umarizal	-05,10(▼)	832,12(▼)
(12)	Marco	+18,64(▲)	1.153,51(▲)
(13)	Pedreira	-03,88(▼)	143,83(▼)
(14)	Telégrafo	-13,96(▼)	385,37(▼)
(15)	Sacramenta	-05,76(▼)	308,12(▼)
(16)	Marambaia	-04,01(▼)	223,68(▼)



- Zhai, Fukuzano e Ikeda (2003): preços de bens imóveis mais baratos em cerca de 8.888,3 yen/m² (cerca de R\$ 354,81/m²) em áreas mais sujeitas a inundação no Japão.

11^A15

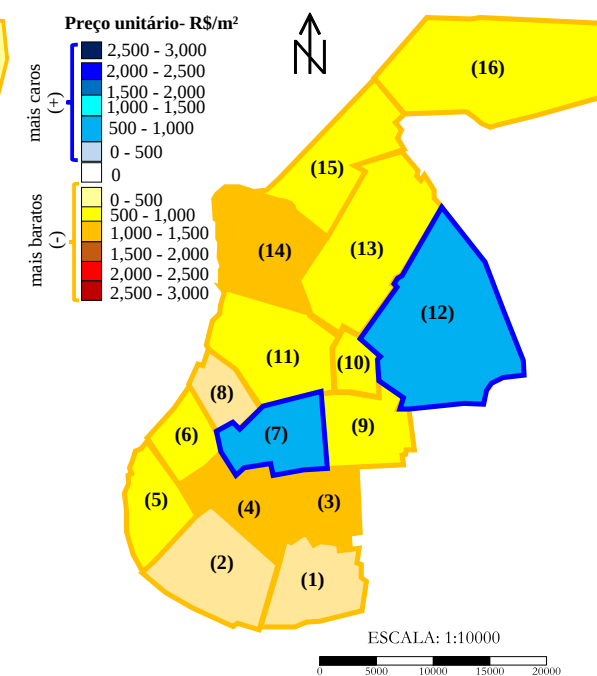
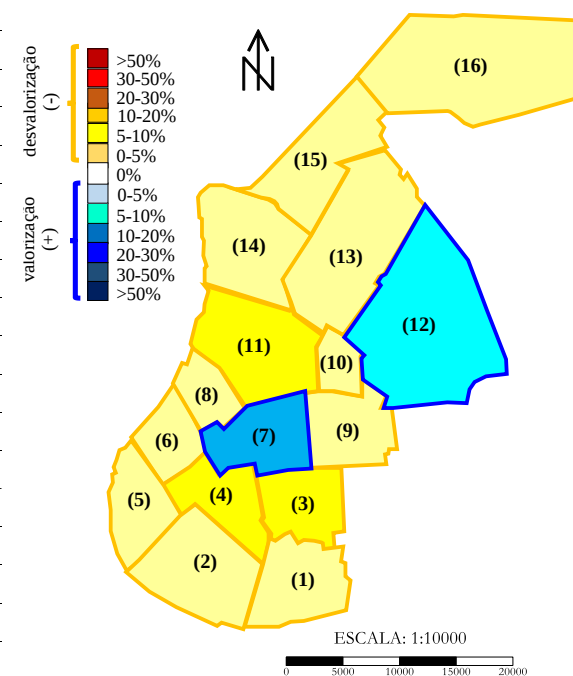
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

PRINCIPAIS RESULTADOS

-Da aplicação na zona urbana de Belém/PA

Bairros	(Des)valorização		Preço unitário R\$/m²
	A _i (%)		
(1) Condor	-04,78(▼)		263,19(▼)
(2) Jurunas	-04,40(▼)		156,71(▼)
(3) Cremação	-12,65(▼)		756,61(▼)
(4) Batista Campos	-11,75(▼)		965,82(▼)
(5) Cidade Velha	-05,09(▼)		248,78(▼)
(6) Campina	-06,14(▼)		312,62(▼)
(7) Nazaré	+09,23(▲)		510,32(▲)
(8) Reduto	-03,98(▼)		167,97(▼)
(9) São Braz	-06,70(▼)		471,30(▼)
(10) Fátima	-05,81(▼)		343,21(▼)
(11) Umarizal	-05,10(▼)		832,12(▼)
(12) Marco	+18,64(▲)		1.153,51(▲)
(13) Pedreira	-03,88(▼)		143,83(▼)
(14) Telégrafo	-13,96(▼)		385,37(▼)
(15) Sacramento	-05,76(▼)		308,12(▼)
(16) Marambaia	-04,01(▼)		223,68(▼)



- Zulkarnain et al., (2020): valorização pode ocorrer não diretamente em detrimento das inundações, mas, sobretudo, com efeito da localização de um imóvel que possui atributos suficientes para que as desamenidades (como o impacto de alagamentos), não influencie negativamente nos preços de bens imóveis

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- **(DES)VALORIZAÇÃO** de preços de apartamentos;

Impacto dos alagamentos	(Des)valorização de preços de apartamentos (%)	Preço unitário de apartamentos – R\$/m²
Alto – (A■)	-04,40(▼) -13,96 (▼)	156,71(▼) 756,61(▼)
Moderado – (M■)	-03,88(▼) -11,75 (▼)	143,83 (▼) 965,82 (▼)
Baixo – (B■)	+09,23 (▲) +18,64 (▲)	510,32 (▲) 1.153,51 (▲)

- Desvalorização de apartamento em bairros com impacto “moderado” e “alto”;
- Bairros com “baixo” impacto de alagamento apresentaram-se valorizados;
- A segurança contra alagamentos agrega mais valor a um bem imóvel do que a insegurança;
- A inserção de amostras e de outros fatores exógenos ou endógenos podem influenciar os preços de apartamentos, valorizando-os ou desvalorizando-os

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- (DES)VALORIZAÇÃO de preços de apartamentos;

Impacto dos alagamentos	(Des)valorização de preços de apartamentos (%)	Preço unitário de apartamentos – R\$/m²
Alto – (A■)	-04,40(▼) -13,96 (▼)	156,71(▼) 756,61(▼)
Moderado – (M■)	-03,88(▼) -11,75 (▼)	143,83 (▼) 965,82 (▼)
Baixo – (B■)	+09,23 (▲) +18,64 (▲)	510,32 (▲) 1.153,51 (▲)

- Este estudo tem um caráter auxiliador para incorporadores, investidores, e para a implementação de eficazes políticas públicas de saneamento e planejamento urbano

