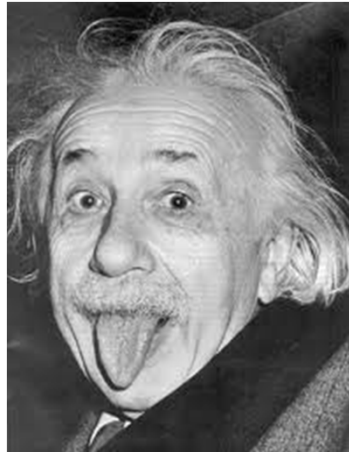


REAMOSTRAGEM: MÉTODO *BOOTSTRAP* EM AVALIAÇÕES IMOBILIÁRIAS



Prof. Dr. Lutemberg Florencio

■ Motivação



*Make everything as simple as possible, but not simpler.
(Albert Einstein).*



REALIZAÇÃO

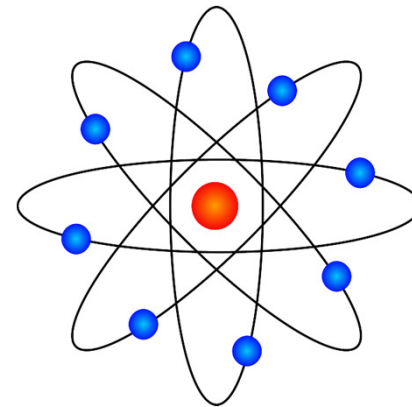


PATROCÍNIO



■ Motivação

✓ A base da Engenharia de Avaliações é a **INFORMAÇÃO**, sendo fundamental que a coleta, a análise, o tratamento e a interpretação das informações se deem a partir do emprego de **metodologia científica**.



REALIZAÇÃO

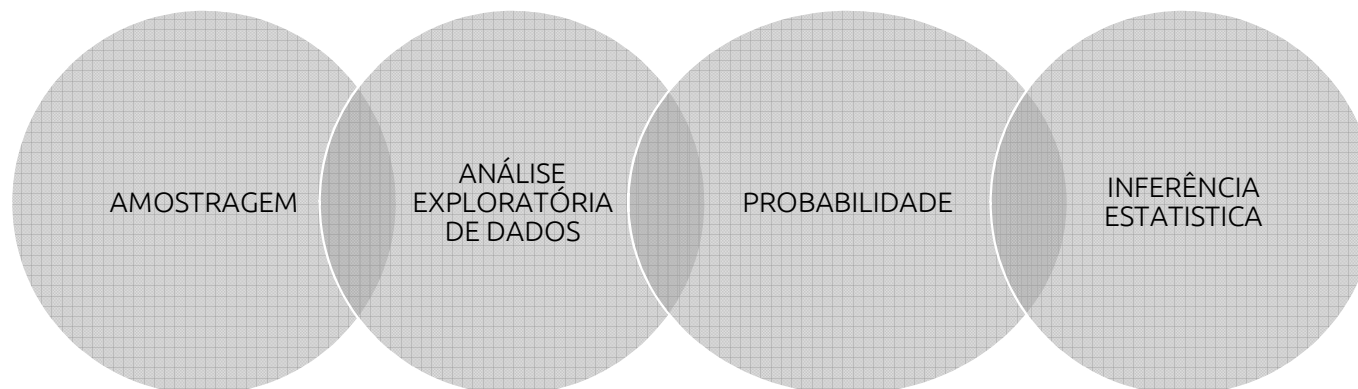


PATROCÍNIO

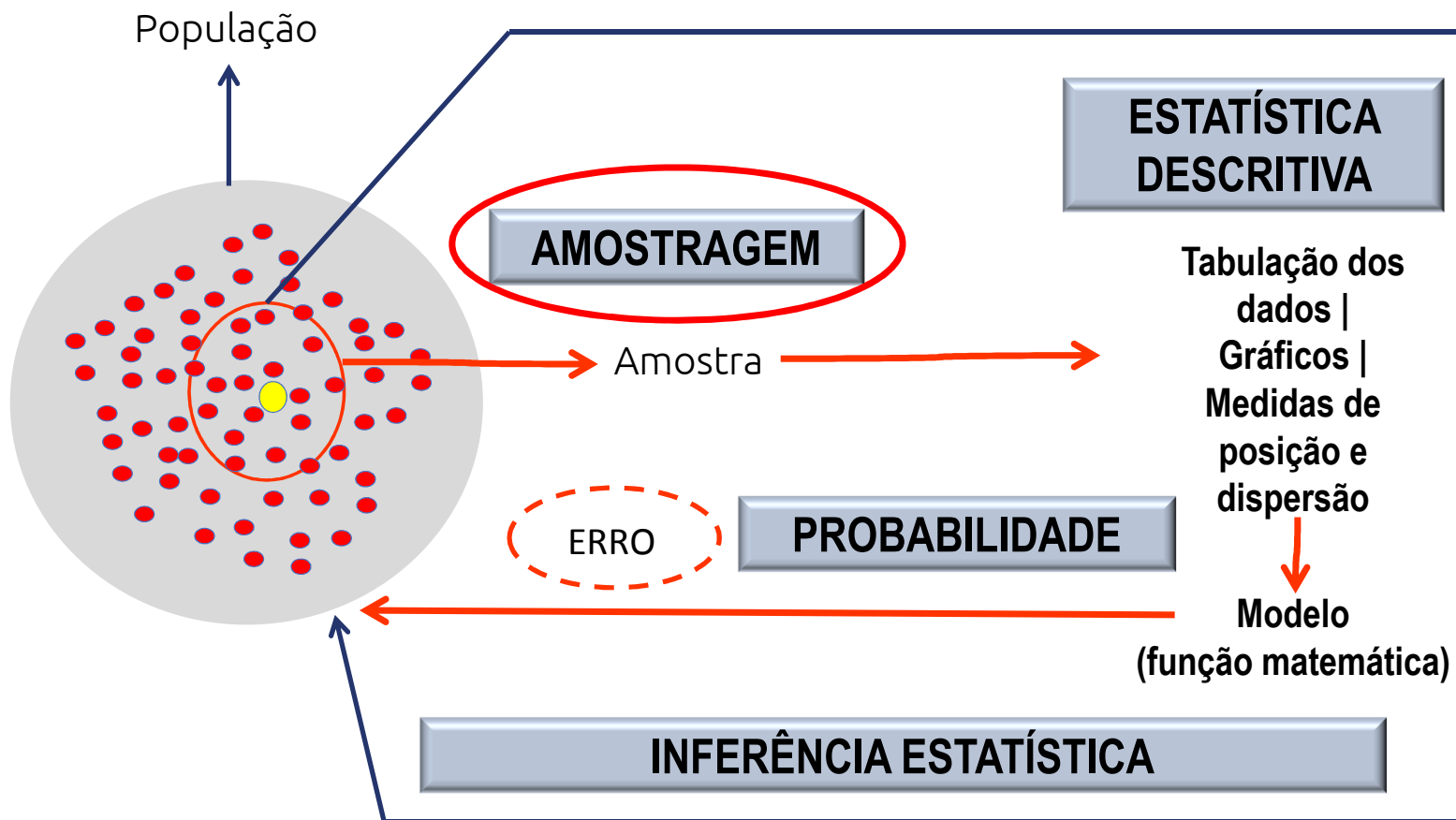


■ Motivação

✓ No âmbito do Método Comparativo, o uso de técnicas apropriadas da Estatística é basilar.



■ Motivação



REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



■ Motivação

✓ Você sabia?

Toda a Estatística Inferencial é baseada em **amostragem probabilística**, ou seja, todos os elementos da população devem ter uma probabilidade conhecida, diferente de zero, de pertencer à amostra. Desta forma, a amostragem probabilística implica um sorteio com regras bem determinadas.

7.2.1 Método comparativo direto de dados de mercado

Na aplicação deste método para a avaliação imobiliária, a natureza dos bens, a indisponibilidade dos dados e de suas características, bem como os prazos limitados para a concepção da avaliação, podem levar à coleta de amostras que não atendem na íntegra aos pressupostos formais das amostras aleatórias simples, exigidos pelos modelos de estatística inferencial.

Assim, as amostras utilizadas nesse tipo de avaliação são mais bem descritas como “amostras acidentais”, que devem possuir a maior representatividade possível em relação à população, mesmo que não sejam utilizadas as técnicas tradicionais para a coleta de amostras aleatórias simples.

O profissional da engenharia de avaliações, para alcançar o máximo de representatividade da amostra, deve especificar claramente as características dos imóveis que compõem a população pesquisada, tomando como referência as características do imóvel avaliando, além de levar em consideração os aspectos citados em 6.4. Com a utilização desses cuidados, torna-se viável a aplicação de estatística inferencial.

■ Motivação

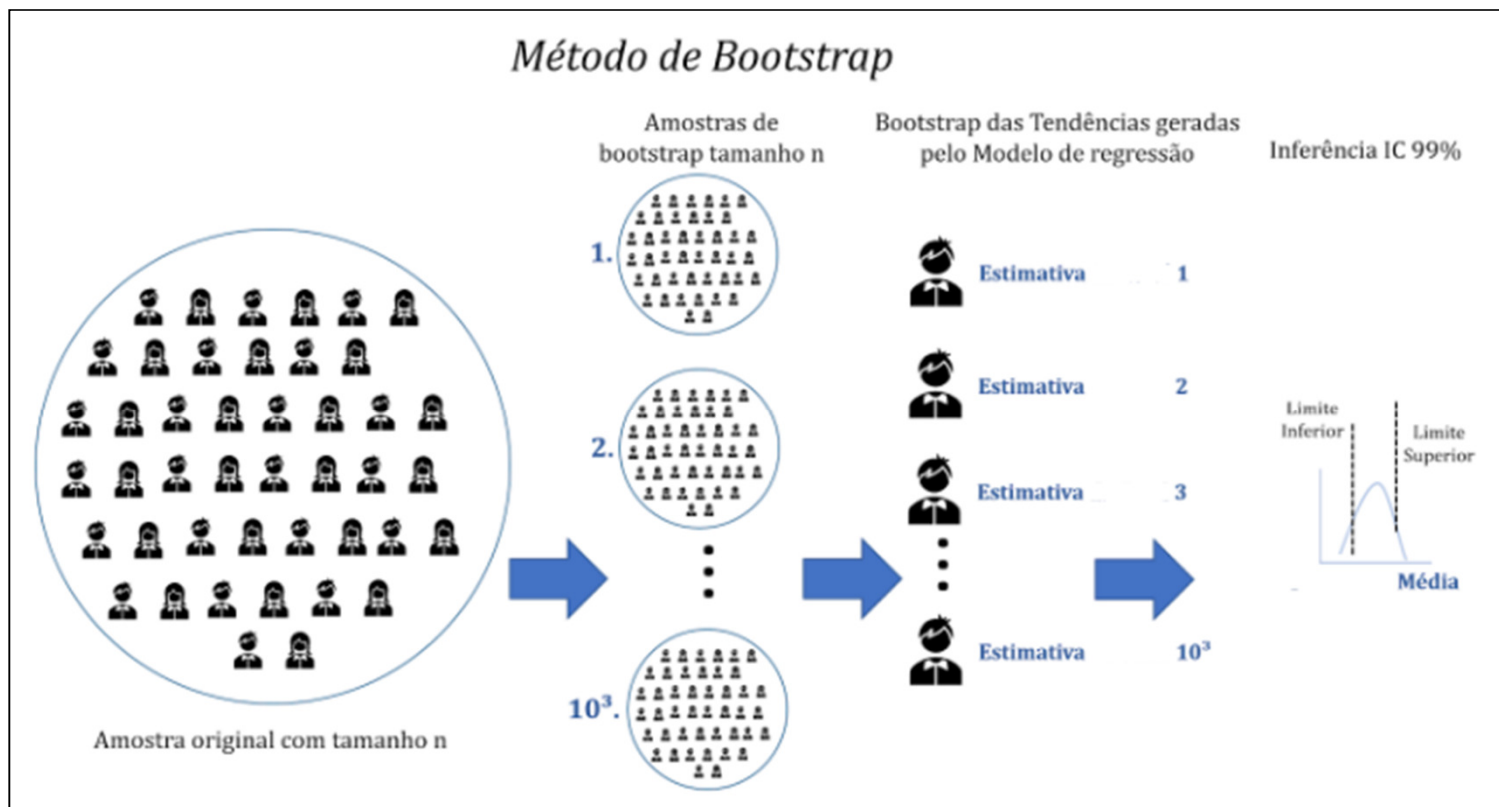
- ✓ Como o método *bootstrap* pode contribuir com este contexto nas avaliações imobiliárias?

■ *Bootstrap*

O método *bootstrap* é uma técnica estatística não paramétrica computacionalmente intensiva de reamostragem, introduzido por Efron (1979), baseado na construção de subamostras a partir de uma amostra inicial.

[1] Efron, B. (1979). Bootstrap methods: another look at the jackknife. *The Annals of Statistics* 7: 1-25.

■ *Bootstrap*



Fonte: <https://hupdata.com/adocao-lockdown/>

■ *Bootstrap*

✓ O termo *bootstrap* vem do inglês “*to pull oneself up by one’s bootstrap*” e é oriundo da ideia de que é possível emergir de um afogamento puxando pelo cadarço do próprio sapato, ou seja, utilizando-se do próprio esforço.



✓ No contexto estatístico, em particular nos casos em que o número de dados é reduzido e a distribuição de probabilidade é desconhecida, possibilita-se a estimação pontual e por intervalo de diversos parâmetros de interesse.

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



■ *Bootstrap*

- ✓ Como o processo de reamostragem -- com base no método *bootstrap* -- pode contribuir com as avaliações imobiliárias?

8.2.1.4 Tratamento de dados

No tratamento dos dados podem ser utilizados, alternativamente e em função da qualidade e da quantidade de dados e informações disponíveis:

- tratamento por fatores: homogeneização por fatores e critérios, fundamentados por estudos conforme 8.2.1.4.2, e posterior análise estatística dos resultados homogeneizados.
- tratamento científico: tratamento de evidências empíricas pelo uso de metodologia científica que leve à indução de modelo validado para o comportamento do mercado.

REALIZAÇÃO



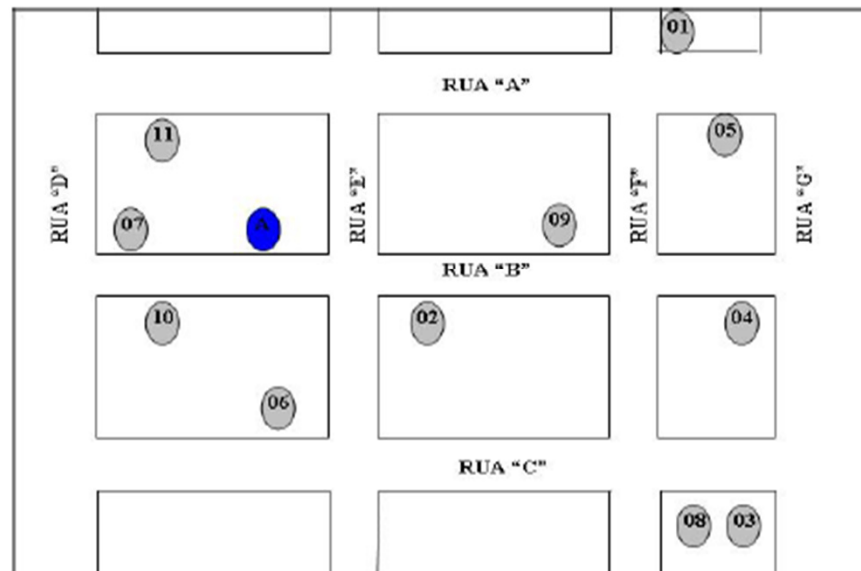
PATROCÍNIO



■ Tratamento por fatores

✓ Aplicação com dados de terrenos urbanos situados em Pesqueira-PE.

Croqui esquemático



✓ As 11 (onze) observações coletadas tiveram seus valores unitários homog. (em relação ao avaliando) mediante o emprego de fatores de homog. inferidos no mercado, utilizando-se modelos de regressão;

✓ Os dados coletados subsidiaram a avaliação de um terreno com área de 600,00 m2 oferecido em garantia hipotecária.

■ Tratamento por fatores

Tabela: Valores unitários homogeneizados VUH(0).

Elementos	Tipo de evento	VUH(0) (R\$/m ²)
01	Transação	100
02	Oferta	106
03	Transação	108
04	Oferta	110
05	Oferta	111
06	Oferta	112
07	Transação	116
08	Oferta	120
09	Transação	132
10	Oferta	145
11	Transação	186

Tabela: Medidas de posição e dispersão dos VUH(0).

Sigla	Média	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Amplitude
VUH(0)	122,36	112,00	24,63	100,00	186,00	86,00

■ Tratamento por fatores

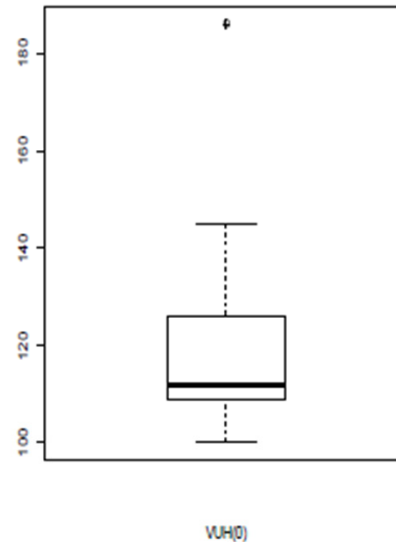


Figura: (i) Gráfico box-plot dos VUH(0); (ii) Histograma dos VUH(0)

Tabela: Teste de normalidade de Shapiro-Wilk.

Estatística (Shapiro-Wilk)	0.7691
<i>p</i> -valor	0.003698

■ Tratamento por fatores

Tabela: Valores unitários homogeneizados VUH(4).

Elementos	Tipo de evento	VUH(4) (R\$/m ²)
01	Transação	102
02	Oferta	103
03	Transação	102
04	Oferta	108
05	Oferta	116
06	Oferta	118
07	Transação	123
Média saneada (\bar{X}_4)		110,29

Note que os VUH(4) são formados por apenas 07 (sete) elementos de referência e a média saneada (\bar{X}_4) dos referidos valores unitários homogeneizados é de 110,29 (R\$/m²), o que resulta na estimativa para o avaliando (com área de 600 m²) de R\$ 66.171,43.

■ Tratamento por fatores

Tabela: Valores unitários homogeneizados VUH(II).

Elementos	Tipo de evento	VUH(II) (R\$/m ²)
01	Transação	104
02	Oferta	110
03	Transação	111
04	Oferta	107
05	Oferta	108
06	Oferta	111
07	Transação	123
08	Oferta	120
09	Transação	131
Média saneada (\bar{X}_{II})		113,89

Note que os VUH(II) são formados por apenas 09 (nove) elementos de referência e a média saneada (\bar{X}_{II}) dos referidos valores unitários homogeneizados é de 113,89 (R\$/m²), o que resulta na estimativa para o avaliando (com área de 600 m²) de R\$ 68.333,33.

■ Tratamento por fatores



- Com base na amostra “mestre” (formada pelos VUH(0)) e a partir de um gerador de números pseudo-aleatórios foram geradas 5.000 reamostras (de tamanho 11 e com reposição) e calculadas as respectivas médias (estimativas bootstrap) das reamostras:

Tabela: Amostra mestre, reamostras e médias das reamostras.

Observações	Amostra mestre	Reamostra 1	Reamostra 2	...	Reamostra 5000
1	100	112	120		106
2	106	132	106		111
3	108	111	186		112
4	110	110	106		186
5	111	120	110		145
6	120	108	111		132
7	116	120	116		106
8	120	145	145		132
9	132	112	112		112
10	145	120	106		110
11	186	100	108		116
Média	122,36	117,27	120,55		124,36

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



■ Tratamento por fatores

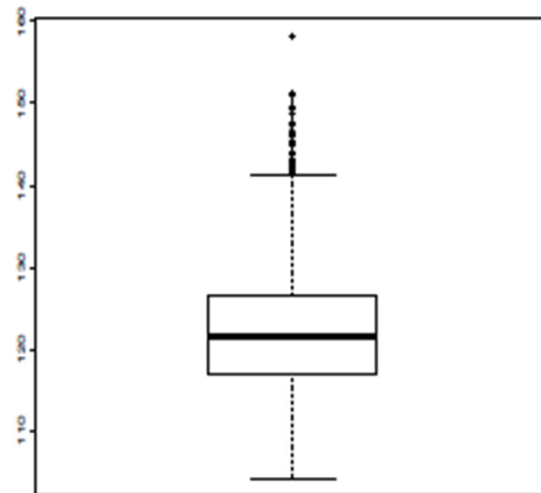


Figura: Gráfico box-plot das médias das reamostras.

■ Tratamento por fatores

- O intervalo de confiança (com grau de confiança de 80%) para a média calculado com base no método BC_a foi igual a $[115, 2; 135, 2]$. Note que como o vício foi negativo, isto é, a estimativa bootstrap subestimou o valor da estatística, observa-se que o intervalo de confiança BC_a corrigiu e ampliou o intervalo de confiança para a direita;
- Com base no intervalo de confiança (grau de confiança de 80%) definido pelo método bootstrap BC_a , arbitramos o valor do terreno avaliando (área de 600,00 m²) em:

VALOR DO IMÓVEL	
Limite inferior	R\$ 69.120,00
Limite superior	R\$ 81.120,00

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



■ Tratamento por fatores

✓ O emprego do método *bootstrap* possibilitou a estimativa intervalar do parâmetro de interesse, mesmo no caso em que a distribuição de probabilidade do parâmetro era desconhecida. Percebe-se que os valores estimados para o avaliando pelo critério de Chauvenet (ou seja, R\$ 66.171,43) e pelo procedimento determinístico [+ - 30%] (ou seja, R\$ 68.333,33) não estão contidos no intervalo de confiança *bootstrap* (com grau de confiança de 80%) estabelecido para o imóvel (ou seja, [R\$ 69.120,00; R\$ 81.120,00]).

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



■ Tratamento científico

✓ Com base na pesquisa de mercado abaixo estime o intervalo de confiança (com grau de confiança de 80%) de um terreno que está a 1,5km do centro urbano:

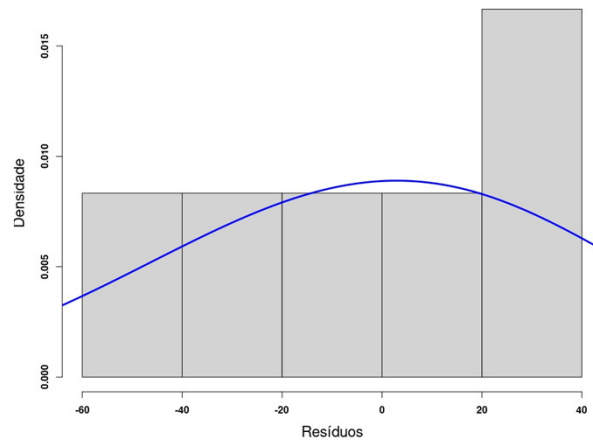
DADO	DISTÂNCIA (Km)	PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)
1	0	300,00
2	1	200,00
3	1	150,00
4	2	100,00
5	3	50,00
6	3,5	40,00

✓ Modelo ajustado pelo MMQ:

$$VU = +264.2253521 - 70.98591549 * DISTÂNCIA$$

■ Tratamento científico

✓ Histograma dos resíduos:



✓ Frequência relativa dos resíduos amostrais padronizados nos intervalos de $[-1; +1]$, $[-1,64; +1,64]$ e $[-1,96; +1,96]$: 66%; 100%; 100%

REALIZAÇÃO



IBAPE NACIONAL
Instituto Brasileiro de Avaliação e Práticas de Engenharia

IBAPE/GO
Instituto Brasileiro de Avaliação e Práticas de Engenharia - Goiás

PATROCÍNIO



CONFEA
Conselho Nacional de Controle de Qualidade



MUTUA
Mutua de Seguros e Previdência

CREA-GO
Conselho de Engenharia e Arquitetura de Goiás

CAU/GO
Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Goiás

Tratamento científico

✓ Tabela: reamostras e estimativas pontuais



Dist	PU	Dist	PU	Dist	PU	...	Dist	PU	
3	50	3	50	0	300	1	200	2	100
2	100	3	50	1	150	2	100	3.5	40
0	300	3.5	40	2	100	0	300	1	200
3	50	1	150	3.5	40	3	50	1	200
0	300	0	300	1	200	3.5	40	3	50
1	200	1	200	1	200	1	150	2	100
162.0322		167.6032		172.7399		163.6531		142.2206	

REALIZAÇÃO

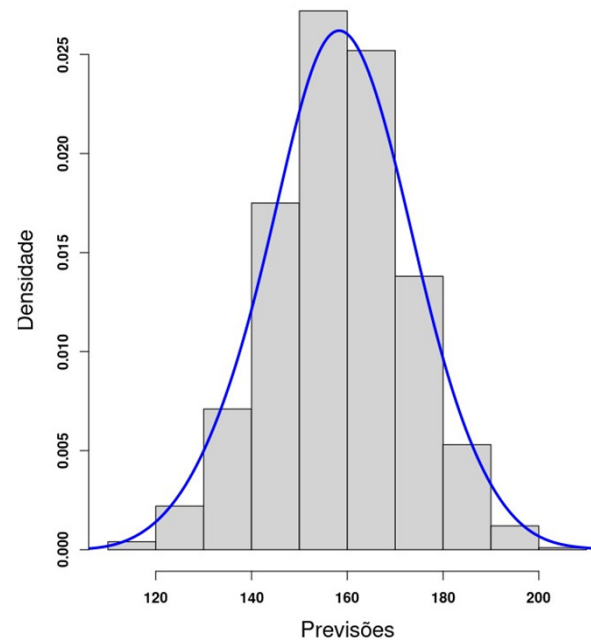


PATROCÍNIO



■ Tratamento científico

- ✓ O intervalo de confiança (com grau de confiança de 80%) para a média foi igual a $[140,22; 176,40]$.



REALIZAÇÃO



IBAPE NACIONAL
Instituto Brasileiro de Avaliação e Práticas de Engenharia



IBAPE/GO
Instituto Brasileiro de Avaliação e Práticas de Engenharia de Goiás

PATROCÍNIO



CONFEA
Conselho Nacional de Controle de Qualidade



CREA
Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura



MUTUA
Associação de Engenharia e Arquitetura

CREA-GO
Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura de Goiás



CAU/GO
Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Goiás

■ Conclusões

- ✓ O método *bootstrap* é potencialmente viável para uso no contexto das avaliações imobiliárias, sobretudo no que diz respeito à:
 - (i) Cálculo do IC para a média quando a população não é normal e o tamanho da amostra é pequeno;
 - (ii) Cálculo do IC para outros parâmetros, como a moda, mediana ou percentis;
 - (iii) Realização de inferências sem a necessidade de verificação dos pressupostos do modelo;
 - (iv) Realização de estimativas sob a presença de dados atípicos (legítimos).





"We have the duty of formulating, of summarizing, and of communicating our conclusions, in intelligible form, in recognition of the right of other free minds to utilize them in making their own decisions."



Ronald Fisher(1890-1962)

Obrigado!

 lutembergflorencio@yahoo.com.br

 [prof.lutembergflorencio](https://www.instagram.com/prof.lutembergflorencio)

 (81) 98886-1406

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO

