



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS DE JI-PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

DEEA
Departamento de Engenharia Ambiental

Estatística II

Prof.ª Renata Gonçalves Aguiar

Situação-problema 3

Suponha que uma indústria tenha feito uma pesquisa de rotina para verificar se a quantidade de poluentes expedidos para a atmosfera estava dentro dos padrões definidos pelo Conama.

2

Situação-problema 3

Após análises, divulgou que estava poluindo consideravelmente aquém dos padrões determinados para a qualidade do ar. Temos razões para duvidar da legitimidade dessa informação e decidimos testá-la em 70 amostras para verificar a concentração de um dos compostos, o ozônio (O_3).

3

Situação-problema 3

Nos dados divulgados pela indústria a concentração média tinha sido de $150 \mu\text{g m}^{-3}$ ($160 \mu\text{g m}^{-3}$ padrão do Conama). Em nossas análises obtemos uma média amostral de $180 \mu\text{g m}^{-3}$.

4

Situação-problema 3

Perguntamos então: qual é a probabilidade de obtermos uma média amostral de $180 \mu\text{g m}^{-3}$ ou mais se a verdadeira média populacional é de $150 \mu\text{g m}^{-3}$? A indústria terá dito a verdade? Explique.


Considere que o erro padrão da média seja $14 \mu\text{g m}^{-3}$.

5

Distribuição Amostral da Proporção

Distribuição Amostral de \bar{p}


A distribuição de probabilidade para todos os possíveis valores da proporção da amostra é chamado de distribuição amostral de \bar{p} .



7

Pesquisas que utilizam \bar{p}

Qualificação dos resíduos.




8

Pesquisas que utilizam \bar{p}

Resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados em 2015 e 2016

Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe)



Fonte: Abrelpe (2015, 2016).

9

Pesquisas que utilizam \bar{p}

RSU 2015

79,9 milhões t gerados

30 milhões t destinos inadequados → $p = 0,38$

7,3 milhões t sequer foram coletados → $p = 0,09$

RSU 2016 78,3 milhões t gerados

Fonte: Abrelpe (2015, 2016).

10

Despertando o(a) Engenheiro(a) Ambiental



Departamento de Engenharia Ambiental

11

Pesquisas que utilizam \bar{p}

Concentração de gases no ar.



Fonte: marfillicet.g12.br

12

Composição da Atmosfera

Gases não-variáveis

Tabela 1 – Gases não variáveis (% em volume de ar seco)

Constituinte	Porcentagem	Partes por Milhão (ppm)
Nitrogênio	78,084	780.000,00
Oxigênio	20,948	209.460,00
Argônio	0,934	9.340,00
Neônio	0,0018	18,00
Hélio	0,00052	5,20
Kriptônio	0,00010	1,00
Hidrogênio	0,00005	0,07
Xenônio	0,000009	0,09

A composição média do ar seco é praticamente constante até cerca de 25 km de altitude.

Composição da Atmosfera

Gases variáveis

Tabela 2 – Gases variáveis

Constituinte	Porcentagem
Vapor d'água	0 a 7
Dióxido de Carbono (CO ₂)	0,033
Ozônio (O ₃)	0 a 0,01
Dióxido de enxofre (SO ₂)	0 a 0,0001
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	0 a 0,000002

Pesquisas que utilizam \bar{p}

Ingrediente Ativo	Volume consumido (%)
Triclopir	~10
Glifosato	~15
2,4 D	~18
Outros	~22
2,4 D + Picloram	~35

Fonte: Ramos et al. (2017).

Valor Esperado de \bar{p}

É a média de todos os valores possíveis e pode ser expresso como segue:

$$E(\bar{p}) = p$$

p = proporção da população

Desvio Padrão de \bar{p}

Depende da população ser finita ou infinita.

População Finita	População Infinita
$\sigma_{\bar{p}} = \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$	$\sigma_{\bar{p}} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$

p = proporção da população
 N = tamanho da população
 n = tamanho da amostra

Desvio Padrão de \bar{p}

Seguiremos a mesma regra prática recomendada para a média da amostra. Isto é, se a população é finita e $n/N \leq 0,05$ usaremos,

$$\sigma_{\bar{p}} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Nota

Se o desvio padrão da proporção da população for desconhecido utilizaremos o desvio padrão da proporção da amostra.

19

Nota

A distribuição amostral de \bar{p} pode ser aproximada por uma distribuição normal de probabilidade sempre que o tamanho da amostra for grande.

$$n.p \text{ e } n.(1-p) \geq 5$$

20

Nota

No caso da pequena amostra, a distribuição amostral de \bar{p} segue a distribuição binomial e por isso a aproximação normal não é aplicável.

21

Situação-problema 4

A fim de estimar a proporção de estudantes de determinado *campus* de uma universidade propensos a participar de uma campanha de limpeza de uma praça e distribuição de mudas, um pesquisador encontrou que 31% se dispõem a trabalhar. De posse dessa informação e considerando a distribuição amostral da proporção, determine a probabilidade de que o pesquisador consiga mais de 40% dos estudantes para participar da campanha, de um universo de 100 discentes.

22

Estimativa por Intervalo

Artigo para a aula de hoje

Itens Essenciais em Bioestatística

Ângela Tavares Pires
São Paulo, SP

Ler apenas sobre o intervalo de confiança.

24

Refletindo...

Como é possível estimar a verdadeira média populacional?

25

Refletindo...

A estimativa por ponto, como vimos, especifica apenas um único valor para o estimador. Esse procedimento não permite julgar qual a possível magnitude do erro que estamos cometendo.

26

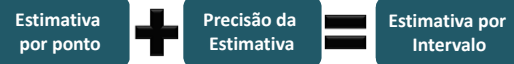
Estimativa por Intervalo

Então, surge a ideia de construir os Intervalos de Confiança – IC, que são baseados na distribuição amostral do estimador pontual.

27

Estimativa por Intervalo

Uma estimativa por intervalo consiste de duas partes:



28

IC para μ com Amostras Grandes e σ Conhecido

IC amostras grandes e σ

Chamamos o valor \pm de margem de erro.

Assim:

$$\bar{x} \pm z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{x}}$$

$z_{\alpha/2}$ é o valor de z crítico com base no nível de confiança desejado.

30

Nível de Significância

Essa probabilidade é conhecida como nível de significância (α).

A escolha de alfa é arbitrária, mas na prática, os valores usuais de alfa são

$\alpha = 0,01$ ou $0,05$.

31

Construção do IC

Desta forma, um intervalo de confiança

$100 \cdot (1 - \alpha)\%$ para μ é dado por:

$$IC[(1 - \alpha)\%] = \left(\bar{x} - z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{x}}; \bar{x} + z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{x}} \right)$$

32

Declaração de Precisão

Há uma probabilidade de $1 - \alpha$ de que o valor de uma média amostral fornecerá um erro de amostragem de $z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{x}}$ ou menos.

33

IC para μ com Amostras Grandes e σ Desconhecido

IC amostras grandes e s

No caso da grande amostra, se σ for desconhecido (o que ocorre na maioria dos casos) simplesmente usamos o valor do desvio padrão da amostra, s .

35

IC amostras grandes e s

Assim, um intervalo de confiança $100(1 - \alpha)\%$ para μ com n grande, é dado por:

$$IC[(1 - \alpha)\%] = \left(\bar{x} - z_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}; \bar{x} + z_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

36

Situação-problema 5

Considere a problemática do estudo hipotético sobre a quantidade média anual de NO_2 presente no ar de cidades brasileiras. Ao analisar uma amostra com 40 elementos, o pesquisador obteve o seguinte resultado: $N(98,4; 25,3)$ em $\mu\text{g m}^{-3}$. Com base nos dados da amostra, determine o intervalo de 95% de confiança para a média. Que considerações podem ser feitas a respeito do IC encontrado?

37

Nota

Não é correto afirmar que μ tem 95% de probabilidade de estar no intervalo calculado, porque μ é um parâmetro.

Parâmetros não variam; logo, não pode haver uma distribuição de probabilidade para o parâmetro.

38

Nota

Pode-se, porém, concluir que há uma probabilidade de 95% de que o intervalo obtido inclua a média populacional.

39

Artigo para a aula do dia 14.08

Análise a respeito do tamanho de amostras aleatórias simples

OLIVEIRA, E. F. T.; GRÁCIO, M. C. C.

40

Artigo para a aula do dia 14.08

Itens Essenciais em Bioestatística

Ângela Tavares Poes
São Paulo, SP

Ler apenas sobre o tamanho da amostra.

41

Situação-problema 6

Fazer para a próxima aula

Considere a problemática do estudo hipotético sobre a quantidade média de O_3 presente no ar (S-P 3). Com base nos resultados do pesquisador, determine os intervalos de 90; 95 e 99% de confiança para a média. Que considerações podem ser feitas a respeito dos ICs encontrados?

42

Referências

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A. **Estatística aplicada à Administração e Economia**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

43

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2018.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às Ciências Sociais**. 5. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002.

44

Referências

BUSSAB, W.O.; MORRETIN, P.A. **Estatística Básica**. São Paulo: Saraiva, 2003.

CALLEGARI-JACQUES, S. **Bioestatística: princípios e aplicações**. São Paulo: ARTMED, 2003.

COSTA, S. F. **Introdução ilustrada à Estatística**. 4. ed. São Paulo: Harbra, 2005.

CRESPO, A. A. **Estatística fácil**. 17. ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

45

Referências

FREUND, J. E.; SIMON, G. A. **Estatística aplicada: Economia, Administração e Contabilidade**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

46

Referências

OLIVEIRA, F. T.; GRÁCIO, M. C. C. Análise a respeito do tamanho de amostras aleatórias simples: uma aplicação na área de Ciência da Informação. **DataGramaZero – Revista de Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 3, p. 2-11, jun. 2005.

PAES, A. T. Itens essenciais em bioestatística. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 575-580, out. 1998.

47

Referências

RAMOS, C. F.; AGUIAR, R. G.; ALONSO, N. B.; JARDIM, O. A.; ANDRADE, V. S.; SANTOS, A. A. Uso de defensivos agrícolas em pastagem na região central de Rondônia no ano de 2013. In: Seminário de Iniciação Científica do IFRO, *Campus Colorado do Oeste*, 7., 2017, Colorado do Oeste. **Anais...** Colorado do Oeste: IFRO, 2017.

SPIEGEL, M. R. **Estatística: resumo da teoria, 975 problemas resolvidos, 619 problemas propostos**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

48

Referências

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

VIEIRA, S. **Análise de Variância (ANOVA)**. São Paulo: Atlas, 2006.

49