



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



## Estatística II

Profa. Renata Gonçalves Aguiar

### Artigo para a aula de hoje

Cada um trazer dados de um artigo que tenha ou não tenha usado o IC ao utilizar a média ou proporção.

Informar: autor, revista, ano, objetivo e o qualis para Engenharia I.

2

### Artigo 1

**Autor:** Lewis e colaboradores

**Revista:** Science

**Ano:** 2011

**Objetivo:** abordar aspectos da seca de 2010 e relacionar com a de 2005.

**Qualis:** A1 Ciências Ambientais, Geociências, Engenharia II

**FI:** 37,2 em 2016



3

### Artigo 2

**Autor:** Webler e colaboradores

**Revista:** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriamb

**Ano:** 2013

**Objetivo:** investigar o comportamento dos componentes do balanço de energia em uma área de pastagem.

**Qualis:** B1 Engenharia I, A2 Ciências Ambientais

**FI:** 0,608 em 2016



4

### Artigo para a aula do dia 05.09

Itens essenciais em Bioestatística

PAES, A. T.

5

### Tamanho da Amostra para $\mu$

## Tamanho da Amostra para $\mu$

Seja  $E$  a margem de erro desejada, temos:

$$n = \frac{(z_{\alpha/2})^2 \sigma^2}{E^2}$$

7

## Tamanho da Amostra para $\mu$

Para encontrar o valor de  $\mu$  podemos recorrer a 4 opções. As opções i e ii são as mesmas para encontrar o tamanho da amostra no caso da proporção.

8

## Nota

Na maioria dos casos,  $\sigma$  será desconhecido e então pode-se utilizar um dos seguintes procedimentos:

- i. Usar o desvio padrão a partir de uma amostra prévia de mesmas unidades.
- ii. Usar um estudo piloto para selecionar uma amostra preliminar.

9

## Nota

- iii. Encontrar as diferenças entre o maior e o menor valor dos dados e dividir por quatro.

Essa é uma aproximação grosseira frequentemente sugerida para encontrar o desvio padrão, porém, é um valor planejado aceitável para  $\sigma$ .

10

## Situação-problema 11

Considere a problemática do estudo hipotético sobre a quantidade média anual de  $\text{NO}_2$  presente no ar de cidades brasileiras (S-P) 2. Estime o tamanho amostral correspondente a 95% de confiança e um erro amostral de 2%, considere que o desvio padrão da população seja de  $15 \mu\text{g m}^{-3}$ .

11

## Situação-problema 11

O tamanho amostral encontrado é praticável? Se não, o que deve ser mudado para se obter um tamanho de amostra praticável?

12

## Situação-problema 12

Use o desvio padrão encontrado pelo procedimento *iii* para estimar o tamanho amostral correspondente a 99% de confiança e um erro amostral de 5% da S-P 11. Que considerações podem ser feitas?

13

## Despertando o(a) Engenheiro(a) Ambiental



Departamento de Engenharia Ambiental

## Teste de Hipóteses

## Definição de Hipótese

Os trabalhos científicos são realizados com objetivos bem estabelecidos, expressos por meio de afirmações que os pesquisadores desejam verificar. Tais afirmações provisórias são denominadas hipóteses.

16

## Definição de Hipótese

Uma hipótese estatística é uma conjectura sobre uma **característica da população**.

Um teste de hipóteses é um procedimento estatístico que averigua se os dados **sustentam uma hipótese**.

17

## As Hipóteses Nula e Alternativa

Existem duas hipóteses envolvidas em qualquer estudo desse tipo:

i. a hipótese nula,  $H_0$ , é uma afirmativa de que o valor de um parâmetro é **igual a algum valor especificado**. É sempre a primeira a ser formulada.

18

## As Hipóteses Nula e Alternativa

ii. a hipótese alternativa  $H_1$ , negação da hipótese anterior. Geralmente é a que o **pesquisador quer ver confirmada**.

19

## Teste para uma Única Amostra: média

## Construindo um Problema

O dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) é emitido diretamente para a atmosfera por fontes antrópicas, tais como escapamentos de veículos, indústrias de fertilizantes.

21

## Construindo um Problema

Dióxido de nitrogênio -  $\text{NO}_2$

Fontes?



Usinas termelétricas  
Fábricas de papel

Malefícios?



Asma  
Bronquite  
Autismos  
Morte súbita em recém-nascidos

22

## Construindo um Problema

O  $\text{NO}_2$  é um gás agressivo ao trato respiratório e sua presença no ambiente está relacionada a casos de infecções respiratórias; além disso, pode ser transformado nos pulmões em nitrosaminas, sendo algumas dessas conhecidas como potencialmente carcinogênicas.

23

## Situação-problema 13

Um estudo propõe verificar se a concentração de  $\text{NO}_2$  na cidade de Ji-Paraná é diferente do padrão recomendado.

24

## Definindo as Hipóteses

$H_0$  : o valor médio de  $\text{NO}_2$  é igual a  $100 \mu\text{g m}^{-3}$ .

$H_1$  : o valor médio de  $\text{NO}_2$  é diferente de  $100 \mu\text{g m}^{-3}$ .

25

## As Hipóteses Nula e Alternativa

A hipótese nula não será rejeitada a menos que existam evidências estatísticas suficientes que nos levem a acreditar que ela seja falsa.

26

## As Hipóteses Nula e Alternativa

A hipótese alternativa ( $H_1$ ) será a nossa opção no caso em que as evidências estatísticas contrariam a hipótese nula.

27

## O Erro

O teste de hipóteses é um procedimento pelo qual se rejeita ou não uma hipótese, associando à conclusão um risco máximo de erro.

28

## Probabilidade do Erro

Se o pesquisador concluir que a média é diferente, pode estar cometendo um erro. Ele não sabe ao certo, mas pode estabelecer a probabilidade de isso acontecer.

29

## Nível de Significância do Teste

Essa probabilidade é conhecida como nível de significância do teste ( $\alpha$ ). Então, nível de significância é a probabilidade de rejeitar  $H_0$ , quando  $H_0$  é verdadeira.

30

### Nível de Significância do Teste

A escolha de alfa é arbitrária, mas na prática, os valores usuais de alfa são  $\alpha = 0,01$  ou  $0,05$ .

31

### Nível de Significância do Teste

Quando se escolhe  $\alpha = 0,05$  é usual afirmar que o resultado é **significante**.

Para  $\alpha = 0,01$  é usual afirmar que o resultado é **altamente significativo**.

32

### Situação-problema 13

Uma vez que o pesquisador entende que não é necessário tanto rigor nesses dados podemos assumir  $\alpha = 0,05$ .

33

### O Valor Crítico do Teste

É qualquer valor que separa a região crítica (onde rejeitamos a hipótese nula) dos valores da estatística do teste que não levam à rejeição da hipótese nula.

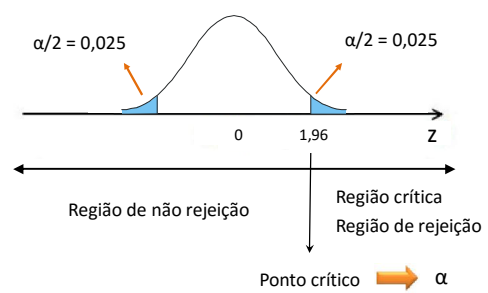
34

### O Valor Crítico do Teste

Dependerá da natureza da hipótese nula, da distribuição amostral que se aplica e do nível de significância.

35

### Determinação do Valor Crítico do Teste



36

## O Valor Calculado do Teste

É o valor calculado a partir da amostra, que será usado na tomada de decisão.

$$Z_{cal} = \frac{(\bar{x} - \mu)}{\sigma_{\bar{x}}}$$

37

## Determinação do Valor Calculado do Teste

Abaixo temos um conjunto de dados hipotético. Assumimos que a população tem distribuição aproximadamente normal e o valor de  $\sigma$  seja  $11,7 \mu\text{g m}^{-3}$ .

Média da amostra =  $105,2 \mu\text{g m}^{-3}$

112	102	103	120	97
99	114	91	98	119
95	108	96	121	111
89	94	112	107	116

38

## Regra de Decisão

Se  $Z_{cal} < Z_{\alpha}$ , não se rejeita  $H_0$ .

Se  $Z_{cal} \geq Z_{\alpha}$ , rejeita-se  $H_0$ .

39

## O Teste

Devido à maneira como os testes são elaborados, a hipótese testada é sempre  $H_0$ . Desta forma, em um teste de hipóteses existem dois tipos de decisão:

- i. Rejeitar a hipótese nula,  $H_0$ ;
- ii. Não rejeitar a hipótese nula,  $H_0$ .

40

## O Teste

Quanto a  $H_0$  a pergunta será:

Rejeito ou não rejeito  $H_0$ ?

41

## Conclusão

Com um nível de significância de 0,05 foi encontrado que a concentração de dióxido de nitrogênio presente no ar do município de Ji-Paraná está acima do padrão recomendado.

42

## Nota

Alguns livros-texto usam os símbolos  $\leq$  ou  $\geq$  na hipótese nula, mas a maioria dos periódicos profissionais usam apenas o símbolo de igualdade.

43

## Nota

Se o pesquisador está fazendo um estudo e deseja usar um teste de hipótese para apoiar sua pesquisa, essa deve ser escrita de forma a ser tornar a hipótese alternativa.

44

## Nota

Desta forma,  $H_1$  pode ser expressa usando apenas os símbolos:  $\neq$ ,  $<$  ou  $>$ . Você não pode usar um teste de hipóteses para apoiar uma afirmativa de que um parâmetro seja *igual* a algum valor específico.

45

## Nota

Caso a amostra coletada não contrarie a hipótese nula, a única afirmação que pode ser feita é que:  
**não existem evidências estatísticas suficientes para rejeitar  $H_0$ .**

46

## Nota

Quando não se consegue provar a veracidade de  $H_1$ , não se pode rejeitar a hipótese  $H_0$ . Isto não significa aceitar  $H_0$ , significa somente que não há evidências para rejeitar  $H_0$ .

47

## Etapas do Teste de Hipótese

**Etapas 1:** Formular a hipótese nula e a hipótese alternativa.

**Etapas 2:** Especificar o nível de significância a ser utilizado.

48



### Etapas do Teste de Hipótese

**Etapa 3:** Determinar o valor crítico do teste.

**Etapa 4:** Determinar o valor calculado do teste.

49

### Etapas do Teste de Hipótese

**Etapa 5 :** Tomar a decisão.

**Etapa 6 :** Concluir.

50

### Testes Unilaterais e Bilaterais

**Unilateral à direita**  
 $H_0: \mu = \mu_0$   
 $H_1: \mu > \mu_0$

**Unilateral à esquerda**  
 $H_0: \mu = \mu_0$   
 $H_1: \mu < \mu_0$

**Bilateral**  
 $H_0: \mu = \mu_0$   
 $H_1: \mu \neq \mu_0$

51

### Como decidir entre os três?

**Exemplo prático**

A dieta humana exige uma concentração mineral nas águas de consumo fisiológico. Por exemplo, em doses baixas o flúor pode causar problemas para o homem. Ideal de 0,7 mg L<sup>-1</sup>.

52

### Exemplo Prático

Expectativa do fabricante.

$\bar{x}$  (mg L<sup>-1</sup>)

Rejeitar  $H_0$  para obter um valor menor que 0,7.

53

### Exemplo Prático

Expectativa do consumidor.

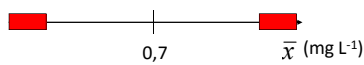
$\bar{x}$  (mg L<sup>-1</sup>)

Rejeitar  $H_0$  para obter um valor maior que 0,7.

54

## Exemplo Prático

Expectativa do pesquisador.



Não rejeitar  $H_0$  para obter um valor próximo a 0,7.

55

## Situação-problema 14

Se fizermos um teste unilateral com os dados da S-P 13, com o mesmo nível de significância, obteremos a mesma conclusão?

56

## Referências

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

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

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

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

57

## Referências

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

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

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.

58

## Referências

LEWIS, S. L.; BRANDO, P. M.; PHILLIPS, O. L.; HEIJDEN, G. M. F.; NEPSTAD, D. The 2010 Amazon Drought. **Science**, New York, v. 331, p. 554, fev. 2011.

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

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

59

## Referências

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

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

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

60

## Referências

WEBLER, A. D.; GOMES, J. B.; AGUIAR, R. G.; ANDRADE, N. L. R.; AGUIAR, L. J. G. Mudanças no uso da terra e o particionamento de energia no sudoeste da Amazônia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 868-876, ago. 2013.

61