



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

DEEA
Departamento de Engenharia Ambiental

Estatística II


Prof.^a Renata Gonçalves Aguiar



Teste de Hipóteses

ESTADÍSTICA II - UNIR

Contexto Histórico



Fonte: pathos.com


Aristóteles (384 - 322 a. C.), filósofo grego

Física Aristotélica

Difícilmente os princípios de Aristóteles eram refutados, ainda que através de uma mera observação ao acaso.

3

Contexto Histórico



Fonte: pathos.com


Aristóteles (384 - 322 a. C.), filósofo grego

Física Aristotélica

O reinado dos conceitos da física aristotélica perdurou por quase dois milênios e foi a base de todas as teorias especulativas mais antigas conhecidas da física.

4

Contexto Histórico



Fonte: pathos.com


Aristóteles (384 - 322 a. C.), filósofo grego

Física Aristotélica

Especulou que a velocidade de queda de um objeto depende do peso desse objeto.

5

Contexto Histórico



Fonte: penadob.com

Galileu Galilei (1564-1642), matemático, físico, astrônomo e filósofo italiano

Deixou cair esferas de diferentes densidades da Torre de Pisa e verificou que esferas tanto leves como pesadas caíam à mesma velocidade.

6

Contexto Histórico



Galileu Galilei (1564-1642), matemático, físico, astrônomo e filósofo italiano

Não havia entre os gregos o que hoje denominamos de experimentação, que é uma articulação entre as atividades teóricas e práticas.

7

Contexto Histórico



Galileu Galilei (1564-1642), matemático, físico, astrônomo e filósofo italiano

Da Vinci afirmava que "aqueles que se entregam à prática sem ciência são como o navegador que embarca em um navio sem leme nem bússola".

8

Contexto Histórico



Galileu Galilei (1564-1642), matemático, físico, astrônomo e filósofo italiano

O cientista italiano recorreu à experimentação, pondo fim ao divórcio entre teoria e prática.

9

Contexto Histórico



Galileu Galilei (1564-1642), matemático, físico, astrônomo e filósofo italiano

Galileu explicitou que os segredos da natureza estão escritos em linguagem matemática, de modo que, sem conhecer essa linguagem, não poderemos conhecer mais profundamente o mundo em que vivemos.

10

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.

11

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**.

12

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.

13

As Hipóteses Nula e Alternativa

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

14

Teste para uma Única Amostra: média

Construindo um Problema

O dióxido de nitrogênio (NO_2) é emitido diretamente para a atmosfera por fontes antrópicas, tais como escapamentos de veículos, indústrias de fertilizantes.

16

Construindo um Problema

Dióxido de nitrogênio - NO_2

Fontes?



Fonte: noctua

Usinas termelétricas
Fábricas de papel

Malefícios?



Fonte: valora temporal

Asma
Bronquite

Autismos
Morte súbita em recém-nascidos

17

Construindo um Problema

O 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.

18

Situação-problema 13

Um estudo propõe verificar se a concentração de NO_2 na cidade de Ji-Paraná é diferente do padrão recomendado.

19

Situação-problema 13

Abaixo temos um conjunto de dados hipotético. Assumimos que a população tem distribuição aproximadamente normal e o valor de σ seja $9,2 \mu\text{g m}^{-3}$. Média da amostra = $106,5 \mu\text{g m}^{-3}$

112	102	103	120	97	115
99	114	91	98	119	117
95	108	96	121	111	107
89	94	112	107	116	104
110	95	99	109	120	116

20

Definindo as Hipóteses

H_0 : o valor médio de NO_2 é igual a $100 \mu\text{g m}^{-3}$.

H_1 : o valor médio de NO_2 é diferente de $100 \mu\text{g m}^{-3}$.

21

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.

22

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.

23

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.

24

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.

25

Nível de Significância do Teste

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

26

Nível de Significância do Teste

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

27

Nível de Significância do Teste

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

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

28

Situação-problema 13

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

29

O Valor Crítico do Teste

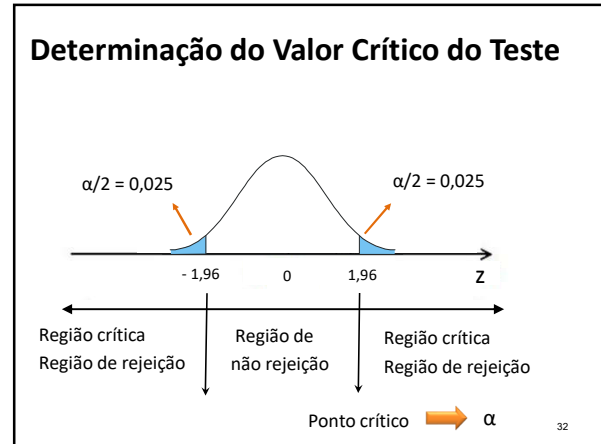
É qualquer valor que separa a região crítica (onde rejeitamos a hipótese nula) dos valores da estatística do teste que não levam à rejeição da hipótese nula.

30

O Valor Crítico do Teste

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

31



O Valor Calculado do Teste

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

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

33

Regra de Decisão

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

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

34

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 .

35

O Teste

Quanto à H_0 a pergunta será:

Rejeito ou não rejeito H_0 ?

36

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.

37

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.

38

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.

39

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.

40

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 .

41

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 .

42

Etapas do Teste de Hipótese

Etapa 1: Formular a hipótese nula e a hipótese alternativa.

Etapa 2: Especificar o nível de significância a ser utilizado.

43

Etapas do Teste de Hipótese

Etapa 3: Determinar o valor crítico do teste.

Etapa 4: Determinar o valor calculado do teste.

44

Etapas do Teste de Hipótese

Etapa 5: Tomar a decisão.

Etapa 6: Concluir.

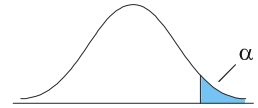
45

Testes Unilaterais e Bilaterais

Unilateral à direita

$$H_0: \mu = \mu_0$$

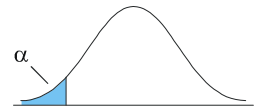
$$H_1: \mu > \mu_0$$



Unilateral à esquerda

$$H_0: \mu = \mu_0$$

$$H_1: \mu < \mu_0$$



Bilateral

$$H_0: \mu = \mu_0$$

$$H_1: \mu \neq \mu_0$$



46

Como decidir entre os três?

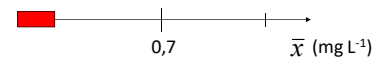
Exemplo prático

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 $0,7 \text{ mg L}^{-1}$.

47

Exemplo Prático

Expectativa do fabricante.

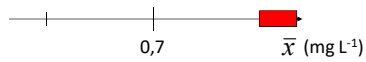


Rejeitar H_0 para obter um valor menor que $0,7$.

48

Exemplo Prático

Expectativa do consumidor.

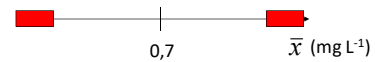


Rejeitar H_0 para obter um valor maior que 0,7.

49

Exemplo Prático

Expectativa do pesquisador.



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

50

Teste para uma Única Amostra: proporção

Teste para uma proporção

Podem ser testadas hipóteses tanto unilaterais quanto bilaterais.

Unilateral à esquerda

$$H_0: p = p_0$$

$$H_1: p < p_0$$

Unilateral à direita

$$H_0: p = p_0$$

$$H_1: p > p_0$$

Bilateral

$$H_0: p = p_0$$

$$H_1: p \neq p_0$$

52

Situação-problema 14

O mercúrio, na sua forma elementar, é absorvido com dificuldade pelo intestino, mas o metil-mercúrio, acumulado em organismos aquáticos como os peixes, é facilmente absorvido pelo trato intestinal humano.

53

Situação-problema 14

Um grupo de pesquisadores brasileiros que tinham o intuito de monitorar a contaminação por esse metal em populações ribeirinhas amazônicas que vivem às margens do rio Negro, dosaram o metil-mercúrio em fios de cabelos de 80 adultos, constatando que 37 estavam contaminados.

54

Situação-problema 14

Na literatura foram encontradas informações de que o índice de contaminação nas populações ribeirinhas amazônicas é de 0,40. É possível dizer que os dados coletados pelos pesquisadores indicam que os ribeirinhos que moram às margens do rio Negro estão mais propensos a serem contaminados ($\alpha = 0,05$)? Explique.

55

Situação-problema 15

Após o colapso dos dois edifícios do World Trade Center houve muita preocupação sobre a qualidade do ar. Um estudo sobre a quantidade de chumbo presente no ar foi realizado imediatamente após a destruição causada pelos ataques terroristas de 11 de setembro de 2001.

56

Situação-problema 15

Os dados foram coletados no Edifício 5 do World Trade Center em dias diferentes. Use o nível de significância 0,05 para testar a afirmativa de que a amostra provém de uma população com uma média diferente do padrão estabelecido para o país, $1,5 \mu\text{g m}^{-3}$. Considere que a população tem distribuição aproximadamente normal e o desvio padrão da população seja de $1 \mu\text{g m}^{-3}$.

57

Situação-problema 15

Dados de chumbo presente no ar.

5,4	1,1	1,4	1,0	1,2	1,1
-----	-----	-----	-----	-----	-----

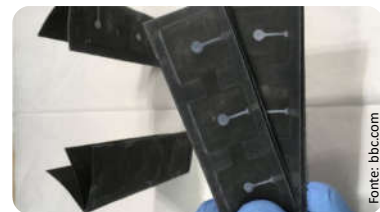
58

Despertando o(a) Engenheiro(a) Ambiental



Despertando o EA

O que são as 'revolucionárias' biobaterias?



Fonte: BBC News Brasil (2018).

60



Lembretes

Em que estágio está o desenvolvimento da pesquisa?

Se precisarem usar o Laboratório de Limnologia e Microbiologia – LABLIM, entrem em contato com a Prof.ª Elisabete L. Nascimento.

62

Lembretes

Atentar para o envio de pedido de aprovação no Conselho de Ética.

63

Tipos de Erro

64

Erros do Tipo I e do Tipo II

Erro do tipo I: rejeitar H_0 sendo H_0 verdadeira.

Erro do tipo II: não rejeitar H_0 sendo H_0 falsa.

65

Probabilidades Associadas aos Erros

$\alpha = P(\text{erro tipo I})$, é chamado **nível de significância do teste**.

$\beta = P(\text{erro tipo II})$, $1 - \beta$ é chamado **poder do teste**.



66

Erro do Tipo II

É muito **difícil calcular** sua probabilidade, pois seria necessário conhecer o valor do **parâmetro** da população amostrada.

67

Erros do Tipo I e do Tipo II

Decisões possíveis	H ₀ verdadeira	H ₀ falsa
Rejeição de H ₀	Erro do tipo I 	Decisão correta
Não rejeição de H ₀	Decisão correta	Erro do tipo II 

68

Valor-p

Diferente do valor **alfa**, que é determinado antecipadamente pelo **pesquisador**, o valor-p é determinado pelos próprios dados.

Frequentemente é chamado de **nível de significância observado**.

69

Valor-p

P é a probabilidade real de a hipótese nula ser verdadeira.

Se P é suficientemente pequeno, tendemos a rejeitar a hipótese nula.

70

Valor-p

Rejeitamos a hipótese nula se

$$\text{valor-p} \leq \alpha$$

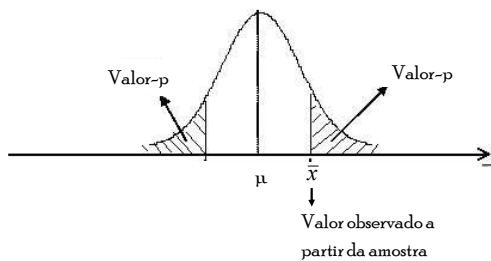
71

Valor-p

A vantagem de usar o valor-p é a possibilidade de “quantificar” a significância, ou seja, no lugar de uma resposta sim ou não (rejeitar a hipótese nula), temos a informação de quanto.

72

Valor-p: teste bicaudal



73

Artigo para a aula de hoje

Itens Essenciais em Bioestatística

Ângela Tavares Poes

São Paulo, SP

74

Situação-problema 16

Encontre o valor-p da atividade 15.

Que considerações podem ser feitas?

75

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.

BBC NEWS BRASIL. **O que são as 'revolucionárias' biobaterias, que usam papel e bactérias para gerar energia**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-45278578>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

76

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.

77

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.

78

Referências

MUNDO VESTIBULAR. **Aristóteles X Galileu**. Disponível em: <<https://www.mundovestibular.com.br/articles/4483/1/ARISTOTELES-X-GALILEU/Paacutegina1.html>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

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

79

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.

80

Referências

WIKIPEDIA. **Física Aristotélica**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/F%C3%ADsica_aristot%C3%A9lica>. Acesso em: 28 ago. 2018.

81