

Delineamento de experimentos e ferramentas estatísticas aplicadas às ciências farmacêuticas

Felipe Rebello Lourenço

TESTES DE HIPÓTESE

PARTE 3

INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

- Permite fazer suposições sobre a população a partir dos dados da amostra, com determinada probabilidade de erro.
- Teste de hipótese

α = Rejeitar hipótese verdadeira
 β = Aceitar hipótese falsa

Rejeitar hipótese	Tipo II β
Tipo I α	Aceitar hipótese

TESTE DE HIPÓTESE

- Formular hipótese (H0 e H1)
- Fixar probabilidade de erro (α)
- Calcular a estatística (t, F, etc)
- Comparar estatística com valor crítico
- Rejeitar ou não rejeitar a hipótese

TESTES DE DIFERENÇA

H0: igualdade
H1: diferença

- Teste t simples
- Teste t para duas médias
- Teste t para médias pareadas

Formulados para rejeitar H0

TESTE t SIMPLS

H0: $\mu = 100$
H1: $\mu \neq 100$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

→ Stat
→ Estatísticas Básicas
→ Teste t para 1 amostra...

Grupo teste

101	95
100	93
99	94

X=97,0 e s=3,4

TESTE t PARA DUAS MÉDIAS

H0: $\mu_1 = \mu_2$
H1: $\mu_1 \neq \mu_2$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{s_0^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Grupo controle

103	98
104	95
102	98

X=100,0 e s=3,5

Grupo teste

101	95
100	93
99	94

X=97,0 e s=3,4

→ Stat
→ Estatísticas Básicas
→ Teste t para 2 amostras...

TESTE t PARA MÉDIAS PAREADAS

H0: $\mu_2 - \mu_1 = 0$
H1: $\mu_2 - \mu_1 \neq 0$

$$t = \frac{|\bar{X}|}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Grupo controle → teste

103 → 101	102 → 99
95 → 93	104 → 100
98 → 95	98 → 94

X=-3,0 e s=0,9

→ Stat
→ Estatísticas Básicas
→ Teste t pareado...

TESTES DE EQUIVALÊNCIA

H0: diferença
H1: equivalência

- TOST (Two One-Sided Test)
- TOST para duas amostras
- TOST para amostras pareadas

Formulados para rejeitar H0

TWO ONE-SIDED TEST (TOST)

$H_0: \mu < \mu - \Delta \text{ ou } \mu > \mu + \Delta$
 $H_1: \mu - \Delta \leq \mu \leq \mu + \Delta$
 Considerando $\Delta = 5$

$$IC90 = \bar{X} \pm \frac{ts}{\sqrt{n}}$$

→ Stat
 → Testes de Equivalência
 → Teste para 1 amostra...

TOST PARA DUAS AMOSTRAS

$H_0: \mu_1 - \mu_2 < -\Delta \text{ ou } \mu_1 - \mu_2 > +\Delta$
 $H_1: -\Delta \leq \mu_1 - \mu_2 \leq +\Delta$
 Considerando $\Delta = 5$

$$IC90 = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \pm t \sqrt{s_0^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

→ Stat
 → Testes de Equivalência
 → Teste para 2 amostras...

TOST PARA AMOSTRAS PAREADAS

$H_0: d < \Delta \text{ ou } d > +\Delta$
 $H_1: -\Delta \leq d \leq +\Delta$
 Considerando $\Delta = 5$

$$IC90 = \bar{d} \pm \frac{ts_d}{\sqrt{n}}$$

→ Stat
 → Testes de Equivalência
 → Teste Pareado...

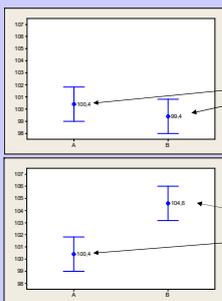
INFERÊNCIA ESTADÍSTICA

- Significância estatística: probabilidade da diferença ocorrer ao acaso
- Relevância científica: relevância científica da diferença observada

TAMANHO DA AMOSTRA

- Depende da diferença esperada entre os tratamentos (\downarrow diferença: \uparrow amostra)
- Depende da dispersão do parâmetro estudado (\uparrow variabilidade: \uparrow amostra)
- Depende do delineamento experimental adotado (\downarrow fontes separadas: \uparrow amostra)

TAMANHO DA AMOSTRA



Diferença: 1,0
Desvio: 1,1

Diferença: 4,2
Desvio: 1,1

TAMANHO DA AMOSTRA

Top Plot: Diferença: 4,2
Desvio: 1,1

Bottom Plot: Diferença: 4,2
Desvio: 3,4

TAMANHO DA AMOSTRA

One-way ANOVA: Resultado versus Grupo

Grupo	NP	SS	MS	F	P
Grupo 1	3	177,25	59,08	11,29	0,001
Grupo 2	4	62,75	15,69		
Total	15	239,99			

$S = 2,287$ R-Sq = 73,66% R-Sq(Adj) = 67,31%

Indivíduo	NP	SS	MS	95% CI	For Mean Based on Individual
A	4	102,00	25,50	94,0	98,0
B	4	92,00	23,00	94,0	98,0
C	4	100,00	25,00	94,0	98,0
D	4	94,00	23,50	94,0	98,0

Erro: 5,23
n: 16

Two-way ANOVA: Resultado versus Grupo: Bloco

Grupo	NP	SS	MS	F	P
Grupo 1	3	177,188	59,062	55,59	0,000
Bloco 1	3	52,188	17,396	16,09	0,001
Bloco 2	3	9,622	3,207		
Total	15	239,998			

$S = 1,071$ R-Sq = 96,01% R-Sq(Adj) = 93,36%

Indivíduo	NP	SS	MS	95% CI	For Mean Based on Individual
A	4	102,000	25,500	94,0	98,0
B	4	92,000	23,000	94,0	98,0
C	4	100,000	25,000	94,0	98,0
D	4	94,000	23,500	94,0	98,0

Erro: 1,0625
n: 16

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEIGUELMAN, B. Curso prático de bioestatística. Ribeirão Preto: Funpec Editora, 2002.
- CALLEGARI-JACQUES, S.M. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- CAMPOS, M.S. Desvendando o Minitab. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.
- CIENFUEGOS, F. Estatística aplicada ao laboratório. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2005.
- LEITE, F. Validação em análise química. 4ª Ed. Campinas: Editora Átomo, 2002.
- MONTGOMERY, D.C. Introdução ao controle estatístico da qualidade. 4ª Ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2004.
- NETO, B.B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. 3ª Ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2007.
- PAGANO, M.; GAUVREAU, K. Princípios de bioestatística. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004.
- VIEIRA, S. Análise de variância (ANOVA). São Paulo: Atlas, 2006.
- VIEIRA, S. Bioestatística: tópicos avançados. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- VIEIRA, S. Introdução à bioestatística. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1980.
