



Testes de hipótese

Prof. Dr. Fabio Carmona

DEPARTAMENTO DE PUERICULTURA E PEDIATRIA
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo

Testes de hipótese

O que é uma hipótese?

- Hipótese é uma **declaração a priori**, ou seja, preditiva, sobre a relação entre duas ou mais variáveis.
- Em outras palavras, é o que se acredita que seja a resposta à pergunta do estudo.

Testes de hipótese

O que se quer saber? Qual é a pergunta?

Isto é diferente daquilo?	Isto é igual àquilo?	Isto se correlaciona com aquilo?	Isto se associa com aquilo?
Isto leva àquilo?	Isto protege contra aquilo?	Isto é melhor do que aquilo?	Isto é tão bom quanto aquilo?

Testes de hipótese

Três tipos básicos de perguntas

O que é isto?	Isto é diferente daquilo?	Isto se associa com aquilo?
• Descrição	• Diferença	• Associação

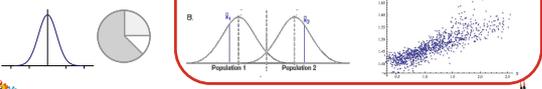
 

Testes de hipótese

Três tipos básicos de perguntas

O que é isto?	Isto é diferente daquilo?	Isto se associa com aquilo?
---------------	---------------------------	-----------------------------

(The last two boxes are highlighted with a red border in the original image)



Testes de hipótese

E qual é a sua hipótese?



H_0
• Hipótese nula



H_1 ou H_A
• Hipótese alternativa

Testes de hipótese

Exemplo (descrição)

- Em 1868, Carl Wunderlich mediu mais de 1 milhão de vezes a temperatura axilar de 25 mil adultos saudáveis e determinou que a temperatura axilar "normal" é de 37,0 °C, que a "variação normal" é de 36,2–37,5 °C, e que valores acima de 38,0 °C são "suspeitos" (febre).
- Em 1992, Mackowiak et al. quiseram verificar se isto era verdadeiro.
 - Quais eram a pergunta e as hipóteses?

HC Criança Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Exemplo (descrição e conclusão)

P • A temperatura oral média de adultos saudáveis é igual a 37,0 °C?

H₀ • $\mu_{temp} = 37,0 \text{ °C}$

H₁ • $\mu_{temp} \neq 37,0 \text{ °C}$

HC Criança Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Exemplo (descrição e conclusão)

- Em 1992, Mackowiak et al. mediram a temperatura oral 700 vezes em 148 adultos saudáveis.
 - A temperatura oral média foi de $36,8 \pm 0,4$ (IC95% 36,0; 37,6) °C, e a temperatura máxima "normal" foi de 37,7 °C.
- Como foi feita a comparação com os dados de Wunderlich?
- A conclusão de Mackowiak pode ser generalizada para toda a população?

HC Criança Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Exemplo (diferença)

P • Em adultos com sobrepeso, o tratamento com AAS, comparado com nenhum tratamento, reduz o risco de infarto em 24 meses?

H₀ • A incidência de infarto será **IGUAL** em ambos os grupos.

H₁ • A incidência de infarto será **DIFERENTE (MENOR)** no grupo AAS.

HC Criança Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Exemplo (associação)

P • Em adolescentes com diabetes mellitus tipo 1, a glicemia de jejum se correlaciona com a hemoglobina glicosilada?

H₀ • **Não existe** correlação entre glicemia de jejum e hemoglobina glicosilada.

H₁ • **Existe** correlação significativa entre glicemia de jejum e hemoglobina glicosilada.

HC Criança Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Inferência estatística

HC Criança Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Inferência estatística

- Queremos saber se alunos (entre 8 e 12 anos de idade) de escolas públicas apresentam QI diferente de alunos de escolas particulares.
- Como você faria?

HC Criança
Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Exemplo do QI

P • Alunos de escolas públicas, entre 8 e 12 anos, apresentam QI diferente de alunos de escolas particulares?

H₀ • $\mu_{QI_{pública}} = \mu_{QI_{particular}}$

H₁ • $\mu_{QI_{pública}} \neq \mu_{QI_{particular}}$

HC Criança
Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Conclusões podem se basear em:

- Intervalos de confiança
 - O objetivo é estimar determinado parâmetro (característica numérica) e a incerteza ao seu redor.
- Testes de hipótese (valor p)
 - O objetivo é estimar a probabilidade de determinada conclusão ser falsa.

HC Criança
Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Exemplo do QI

- Intervalos de confiança
 - O QI médio de estudantes de escolas públicas é de 65 ± 11 , e o de estudantes de escolas particulares é de 72 ± 14 .
 - A diferença média entre QI de estudantes dos dois tipos de escolas é de 10 (IC95% -5; 14). → **contém o zero!**
- Testes de hipótese
 - O QI médio de estudantes de escolas públicas é de 65 ± 11 , e o de estudantes de escolas particulares é de 72 ± 14 ($p=0,13$).

HC Criança
Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Teste de hipótese

- Com base nos resultados obtidos de uma amostra aleatória de tamanho n , tomamos a decisão de **REJEITAR** ou **NÃO REJEITAR** a hipótese nula.
- Podemos cometer erros?

HC Criança
Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Erros nos testes de hipóteses

Decisão	H ₀ é verdadeira	H ₀ é falsa
Rejeito H ₀	Erro tipo I "Eu digo SIM quando deveria dizer NÃO."	✓
Não rejeito H ₀	✓	Erro tipo II "Eu digo NÃO quando deveria dizer SIM."

HC Criança
Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

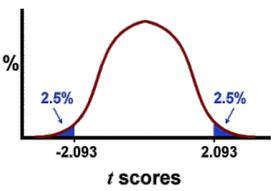
Duas maneiras de estar errado

- Erro tipo I
 - A probabilidade de cometer um erro tipo I chama-se α
 - α = nível de significância estatística (< 0,05 ou < 5%)
 - Fixado antes da coleta dos dados.
- Erro tipo II
 - A probabilidade de cometer um erro tipo II chama-se β (~ 20%)
 - Poder (potência) do teste: $1 - \beta$ ($\geq 80\%$)
 - Usada para cálculo do tamanho amostral.

HC Criança | Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Significância estatística (bicaudal)

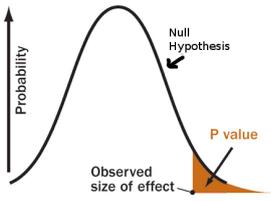


“Isto é DIFERENTE do que aquilo.”

HC Criança | Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Significância estatística (unicaudal)



“Isto é MAIOR ou MENOR do que aquilo.”

HC Criança | Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

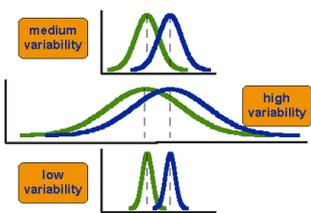
Exemplo (diferença)

P	• A pressão arterial sistólica em indivíduos com sobrepeso é MAIOR do que em indivíduos eutróficos?
H₀	• $PAS_{sobrepeso} \leq PAS_{eutróficos}$
H₁	• $PAS_{sobrepeso} > PAS_{eutróficos}$

HC Criança | Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

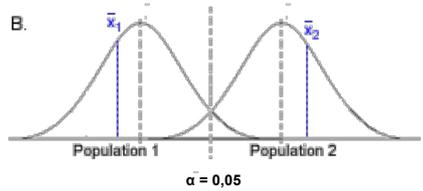
Comparação de duas médias: Teste t de Student



HC Criança | Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Comparação de duas médias: Teste t de Student

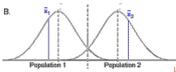


HC Criança | Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Valor p

- O valor p é o menor valor de α que nos leva a rejeitar H_0 .
- Exemplo:
 - A PAS média de indivíduos adultos com sobrepeso (144 ± 26 mm Hg) é significativamente maior ($p = 0,016$) do que a de indivíduos eutróficos (118 ± 23 mm Hg).



HC Criança
Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Exemplo (diferença)

P • A incidência de insuficiência respiratória secundária a infecção por Influenza A H1N1 é em lactentes e pré-escolares é diferente do que em escolares e adolescentes?

H_0 • $I_{LPE} = I_{EA}$

H_1 • $I_{LPE} \neq I_{EA}$

HC Criança
Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Comparação de duas proporções: Qui-quadrado

Exposure	Disease		Total
	Yes	No	
Yes	a	b	a+b
No	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	n

HC Criança
Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Como escolher um teste?

Tipo de Pergunta	Exemplos de testes de hipótese
Pergunta descritiva básica	Médias, desvios-padrão, frequências
Pergunta descritiva complexa	Diagramas em caixa (box-plots), tabelas 2x2
Pergunta diferencial básica	Teste t de Student, ANOVA, qui-quadrado
Pergunta diferencial complexa	ANOVA fatorial (2-way ANOVA)
Pergunta associativa básica	Testes de correlação (Spearman, Pearson)
Pergunta associativa complexa	Regressões múltiplas

HC Criança
Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Como escolher um teste?

Variáveis categóricas

- Qui-quadrado, teste exato de Fisher
- Regressão logística

Variáveis quantitativas

- Teste t de Student, ANOVA, Mann-Whitney, Wilcoxon
- Regressão linear, modelos lineares mistos

Variáveis "tempo até evento"

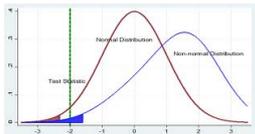
- Log-rank test
- Modelos de Cox

HC Criança
Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Testes não paramétricos

- São usados quando variáveis quantitativas não apresentam distribuição normal (Gaussiana).
- Exemplos: teste U de Mann-Whitney, teste de Friedman, teste de Wilcoxon, etc.



HC Criança
Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Exemplos de variáveis “não normais”

- Saturação de O₂
- Índice de Apgar
- Duração da internação hospitalar
- Escore (SNAPPE II, APACHE)

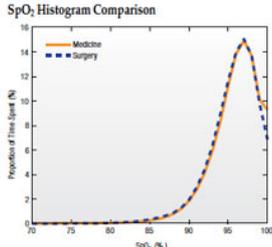


Figure 1: Distribution of oxygen saturation by pulse oximetry comparing patients on surgical and medical units.

HC Criança

Testes de hipótese

Conclusão

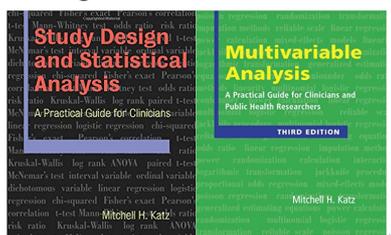
- Hipótese, significância e método de análise estatística (teste de hipótese) devem ser especificados **a priori**.
- Conclusões podem ser baseadas em intervalos de confiança ou valores *p*.
- A escolha do método de análise deve ser orientada por um profissional estatístico, preferencialmente.

HC Criança

Departamento de Puericultura e Pediatria - FMRP USP

Testes de hipótese

Leitura sugerida



HC Criança

FMRP USP



Exercícios

carmona@usp.br

DEPARTAMENTO DE PUERICULTURA E PEDIATRIA
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo

