

Amostragem II

- Poder estatístico
- Múltiplas comparações

PODER ESTATÍSTICO

Temperatura em um lago

Verão

30

25

M = 27,5

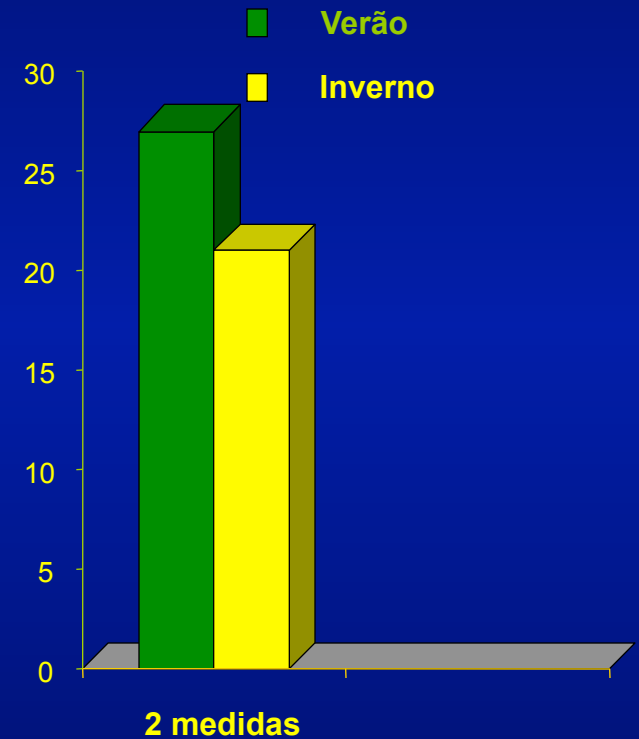
Inverno

19

23

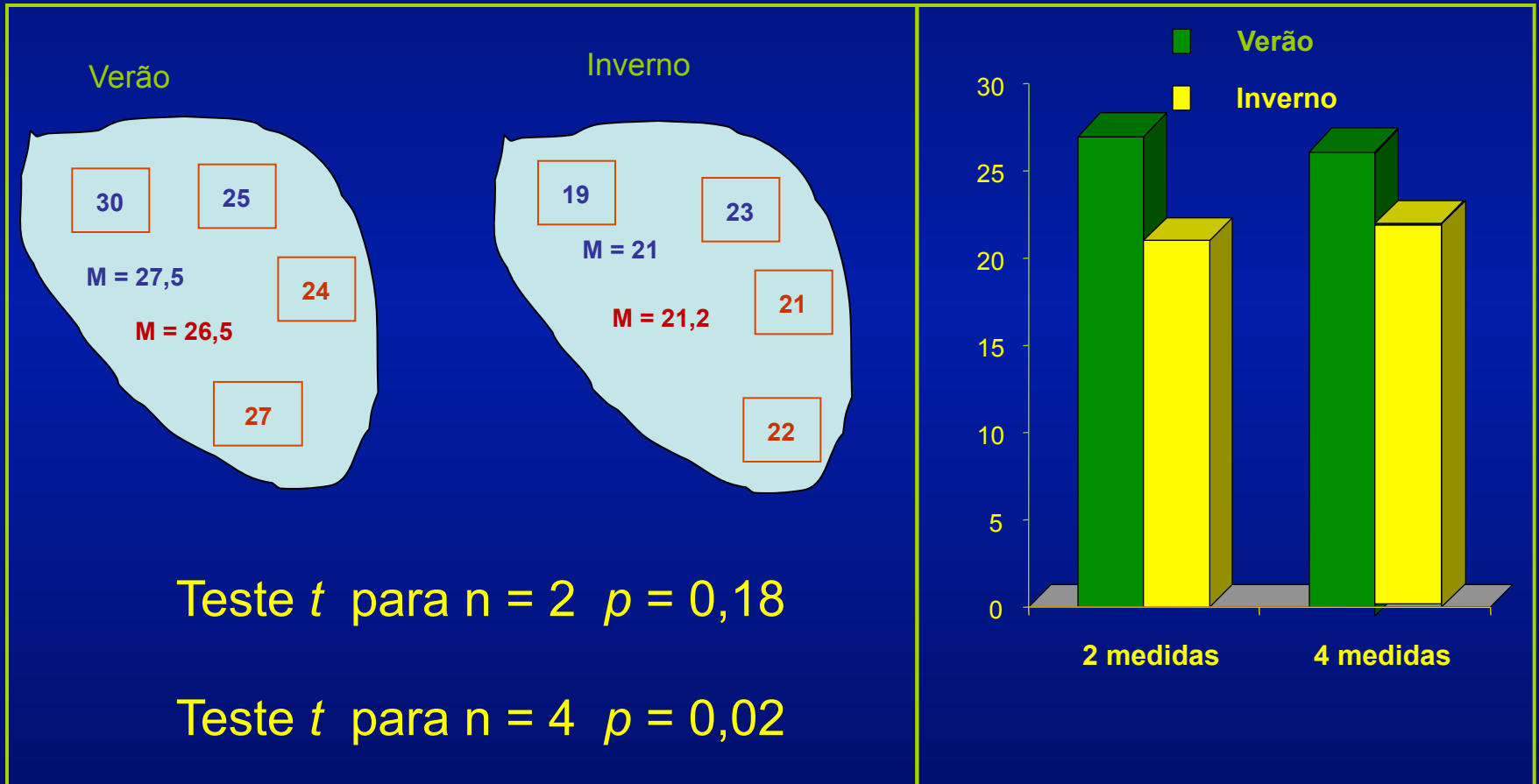
M = 21

Teste t para $n = 2$ $p = 0,18$



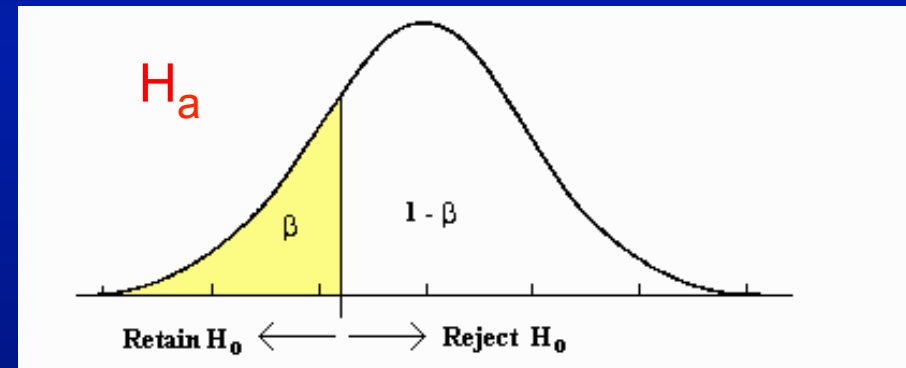
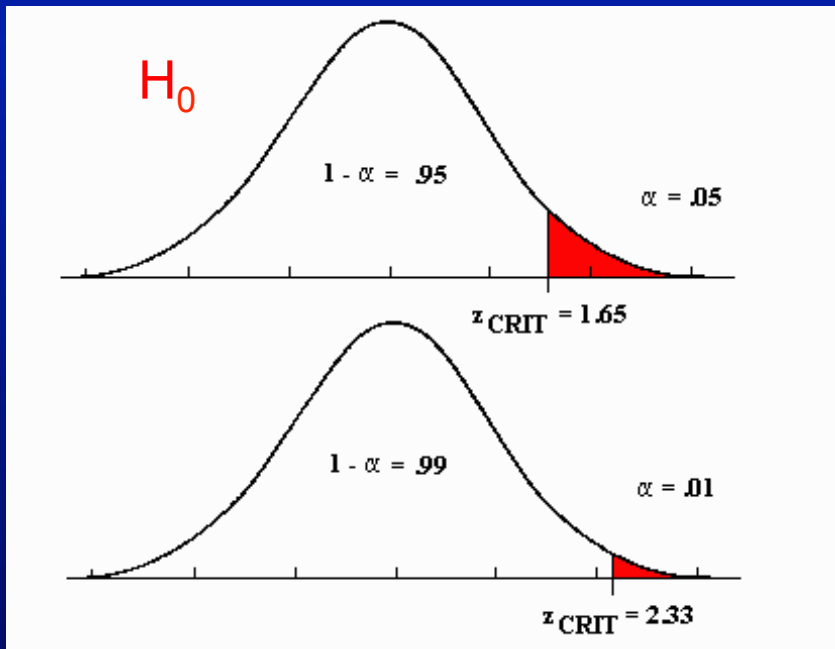
PODER ESTATÍSTICO

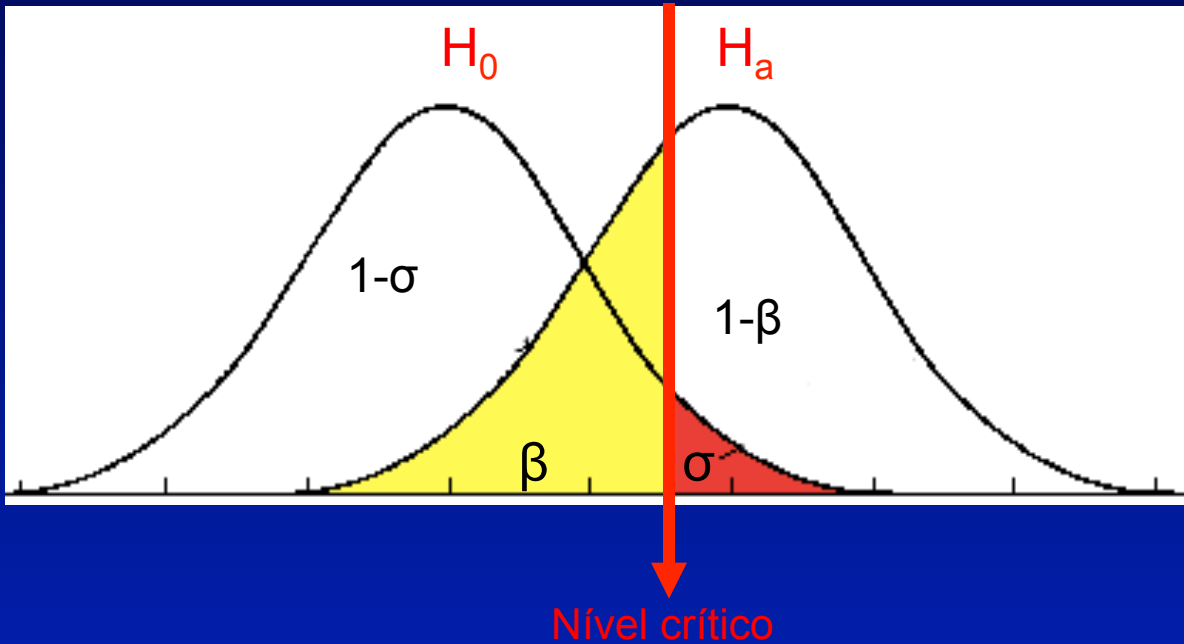
Temperatura em um lago



PODER ESTATÍSTICO

- $1 - \beta$
 - Poder de rejeitar H_0 (reconhecer diferença) quando H_0 é falsa
- α (Probabilidade do Erro do Tipo I) β (Probabilidade do Erro do Tipo II)





DECISÃO E RESULTADOS

	Não rejeitou H_0	Rejeitou H_0
REALIDADE		
H_0 é verdadeira	Correto ($1-\alpha$)	Erro do Tipo I (α)
H_0 é falsa	Erro do Tipo II (β)	Correto ($1-\beta$)

PODER ESTATÍSTICO

Poder depende de:

1. Número de réplicas
2. Variabilidade
3. Nível de significância (α)
4. Magnitude do Efeito

Como aumentar o poder:

1. Aumentando a replicagem
2. Alterando α (Erro do Tipo I)
3. Alterando a magnitude do efeito

PODER ESTATÍSTICO

Poder depende de:

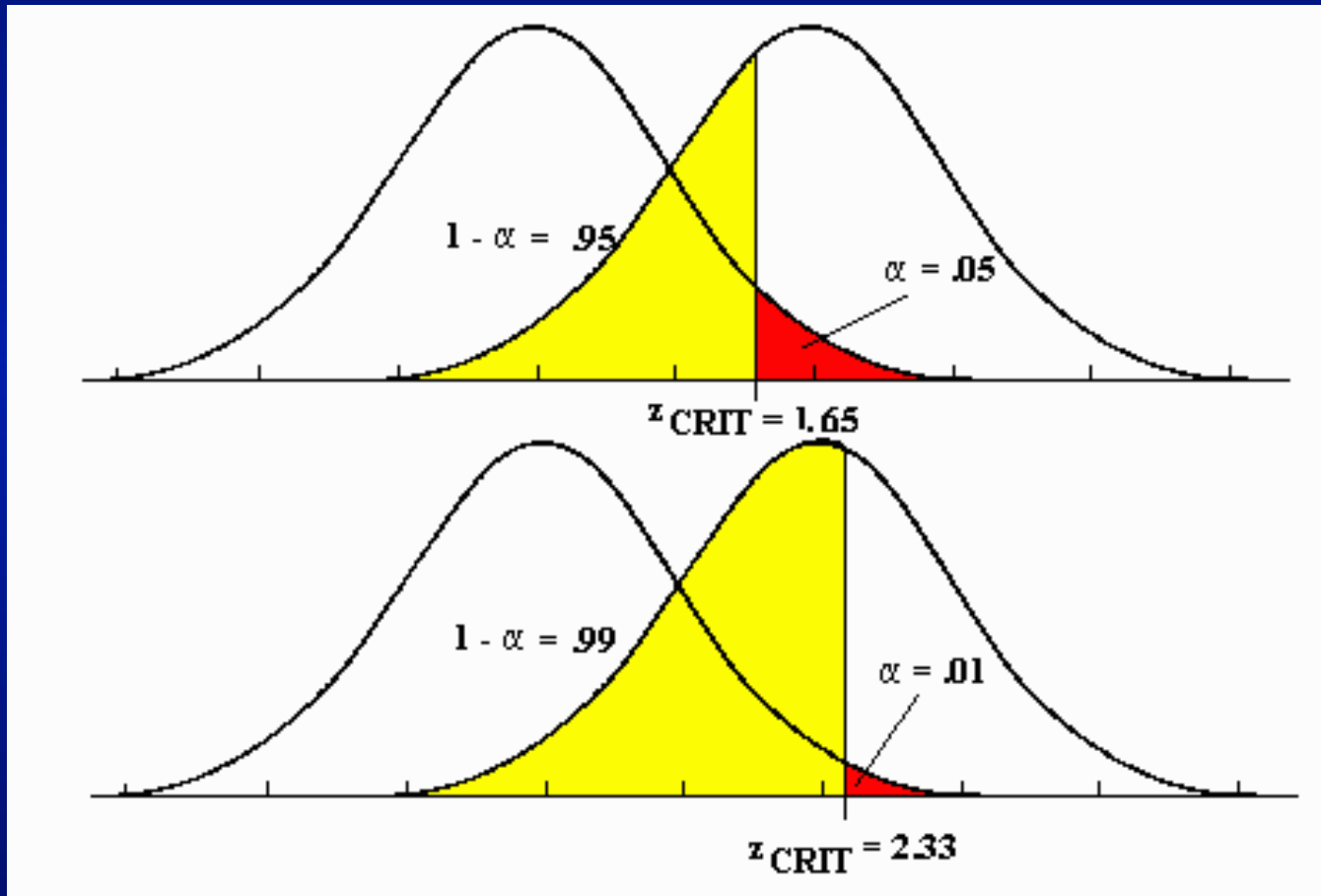
1. Número de réplicas
2. Variabilidade
3. Nível de significância (α)
4. Magnitude do Efeito

Como aumentar o poder:

1. Aumentando a replicagem
2. Alterando α (Erro do Tipo I)
3. Alterando a magnitude do efeito ?

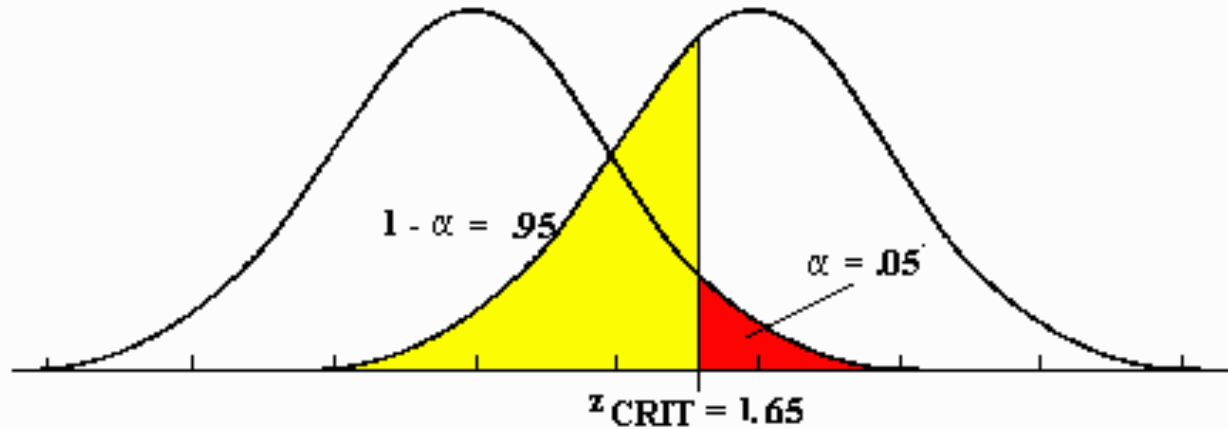
PODER ESTATÍSTICO

Alterando α

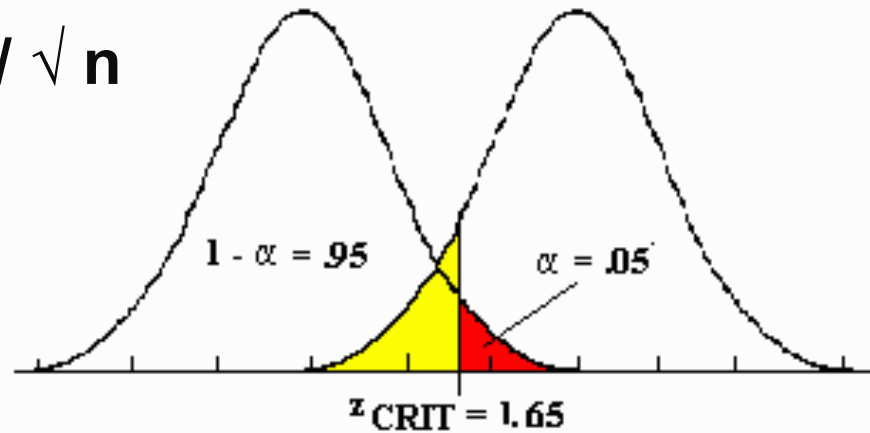


PODER ESTATÍSTICO

Incrementando a
replicagem ($> n$)

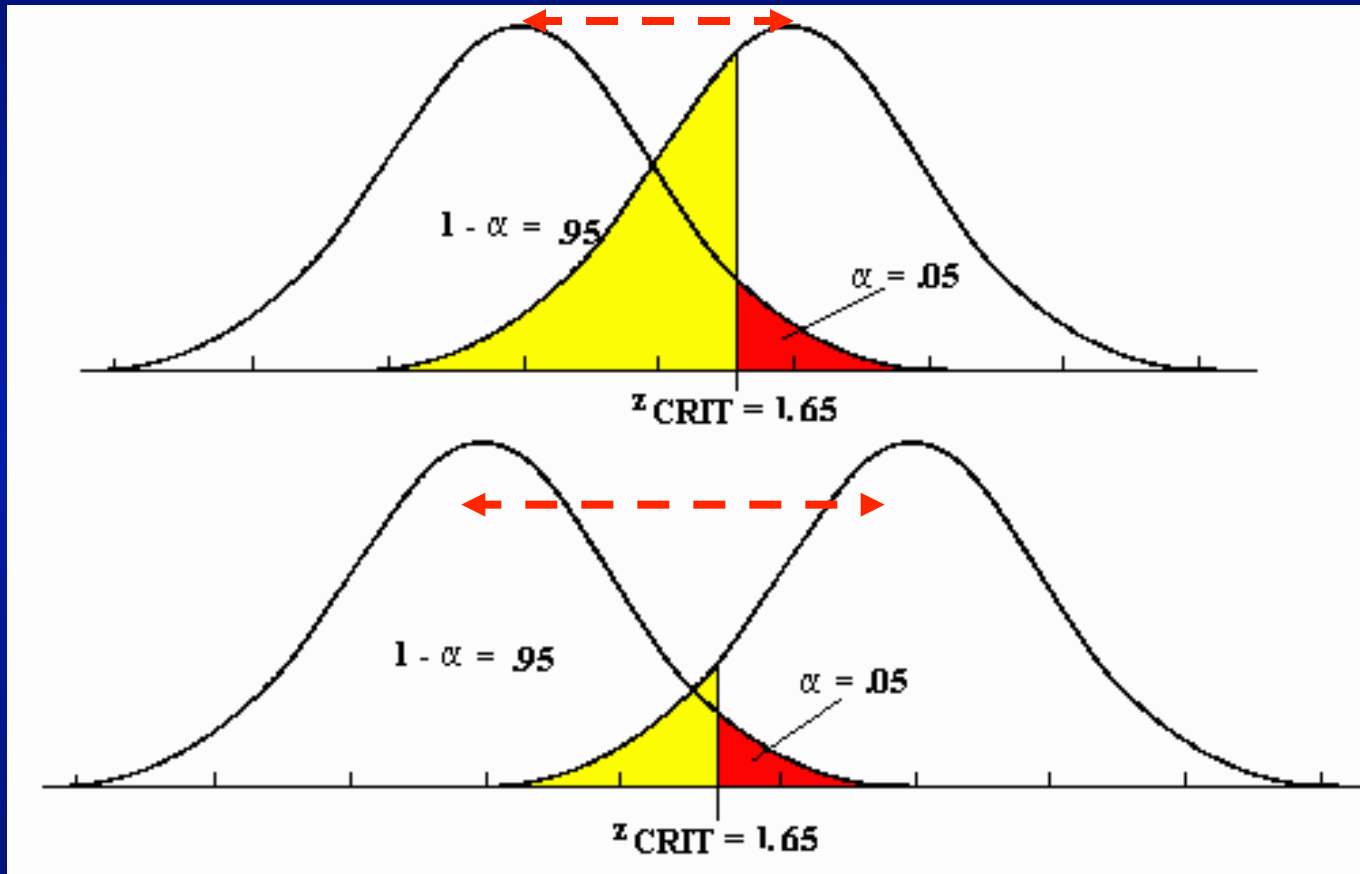


$$s_Y = s / \sqrt{n}$$



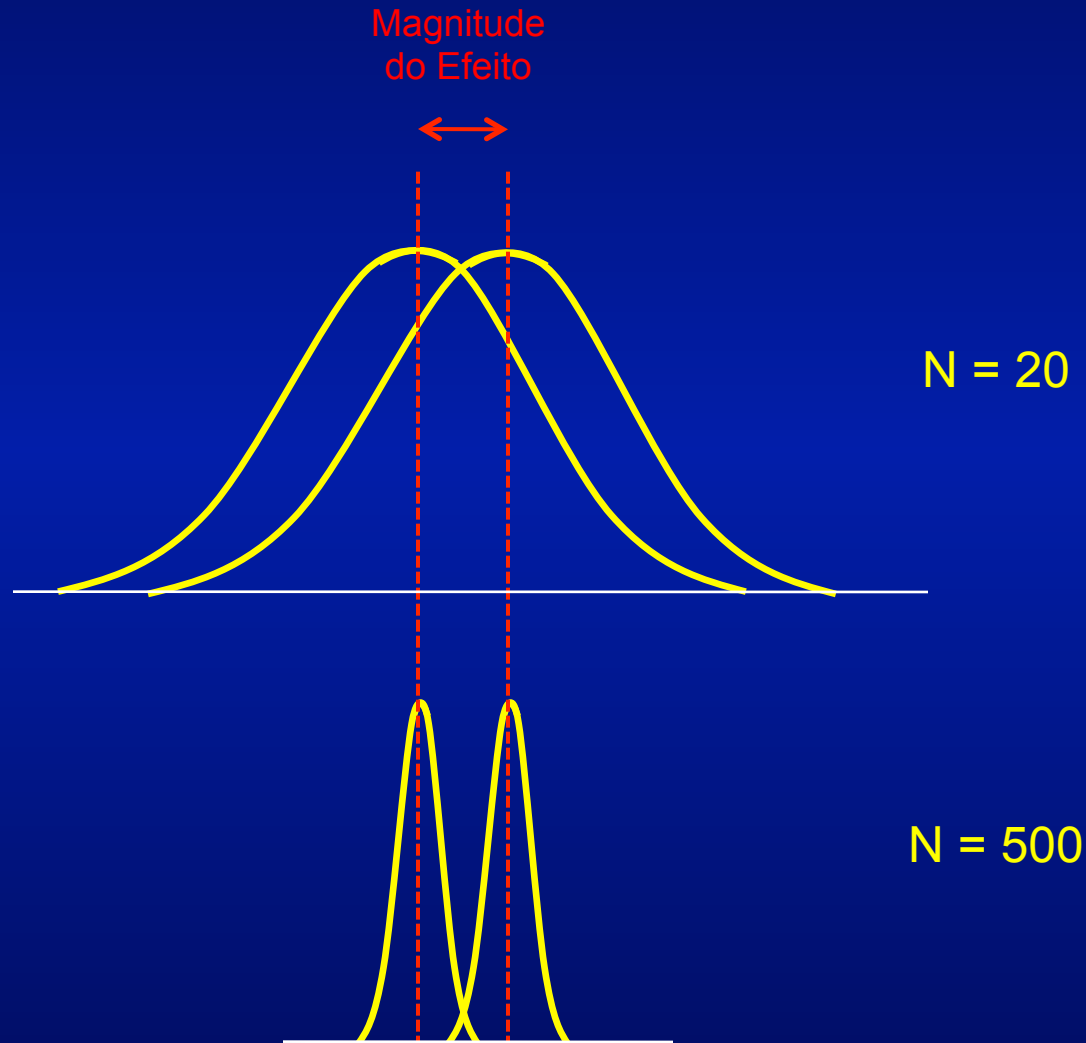
PODER ESTATÍSTICO

Magnitude do Efeito



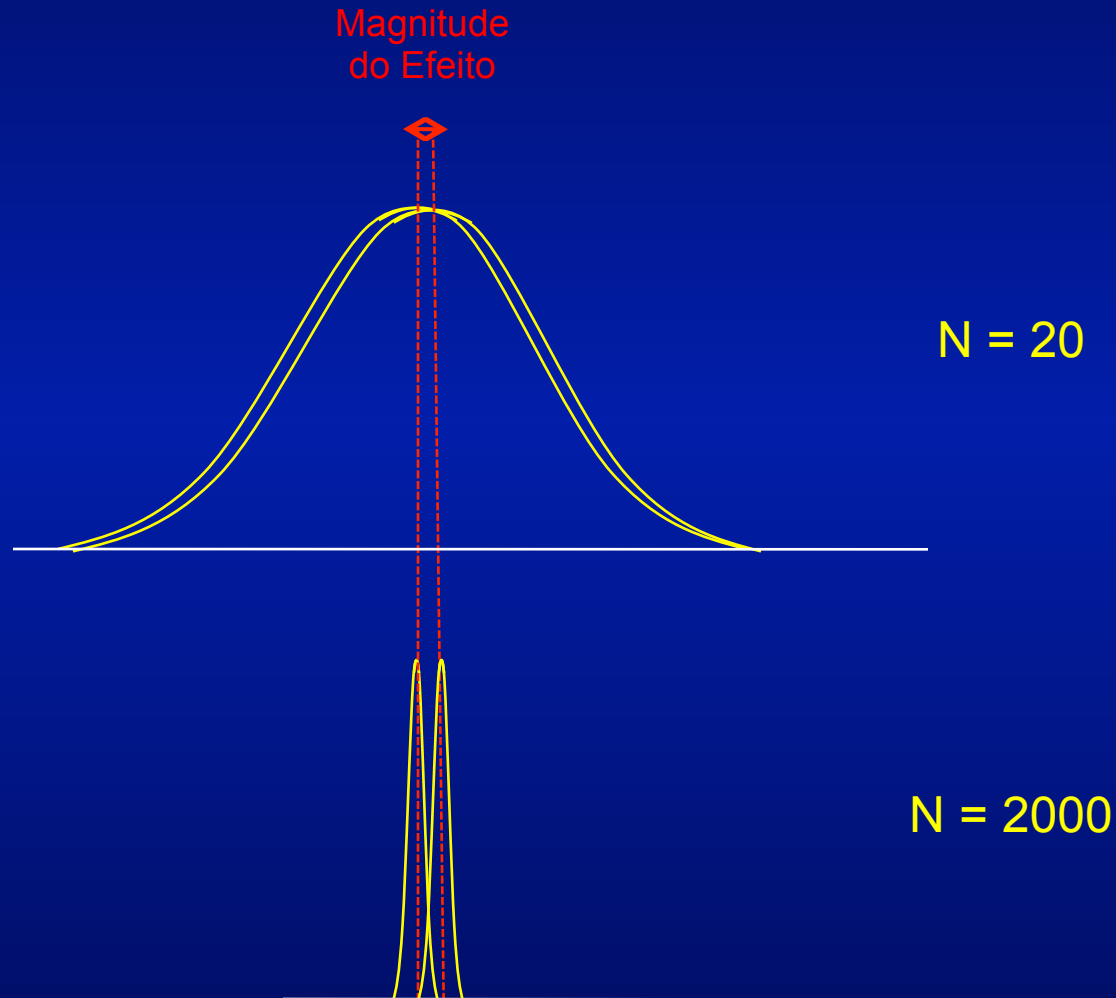
PODER ESTATÍSTICO

Magnitude do Efeito & Aumento da Replicagem



PODER ESTATÍSTICO

Magnitude do Efeito & Aumento da Replicagem



Magnitude do Efeito

Cálculo

Teste t
Cohen (d)

$$d = \frac{m2 - m1}{s_{(pooled)}}$$

d (Cohen)

d = 0,2 → pequeno

d = 0,5 → médio

d = 0,8 → grande

Correlação
Pearson (r)

$$r = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X) \cdot \text{var}(Y)}}$$

r (Pearson)

r = 0,1 → pequeno

r = 0,3 → médio

r = 0,5 → grande

Chi-quadrado

	A	B
X	10.225	12.000
Y	11.500	13.000

$$p = 0,046$$

	A	B
X	10	1
Y	9	10

$$p = 0,044$$

$$\Phi = 0,009$$

$$\Phi = 0,465$$

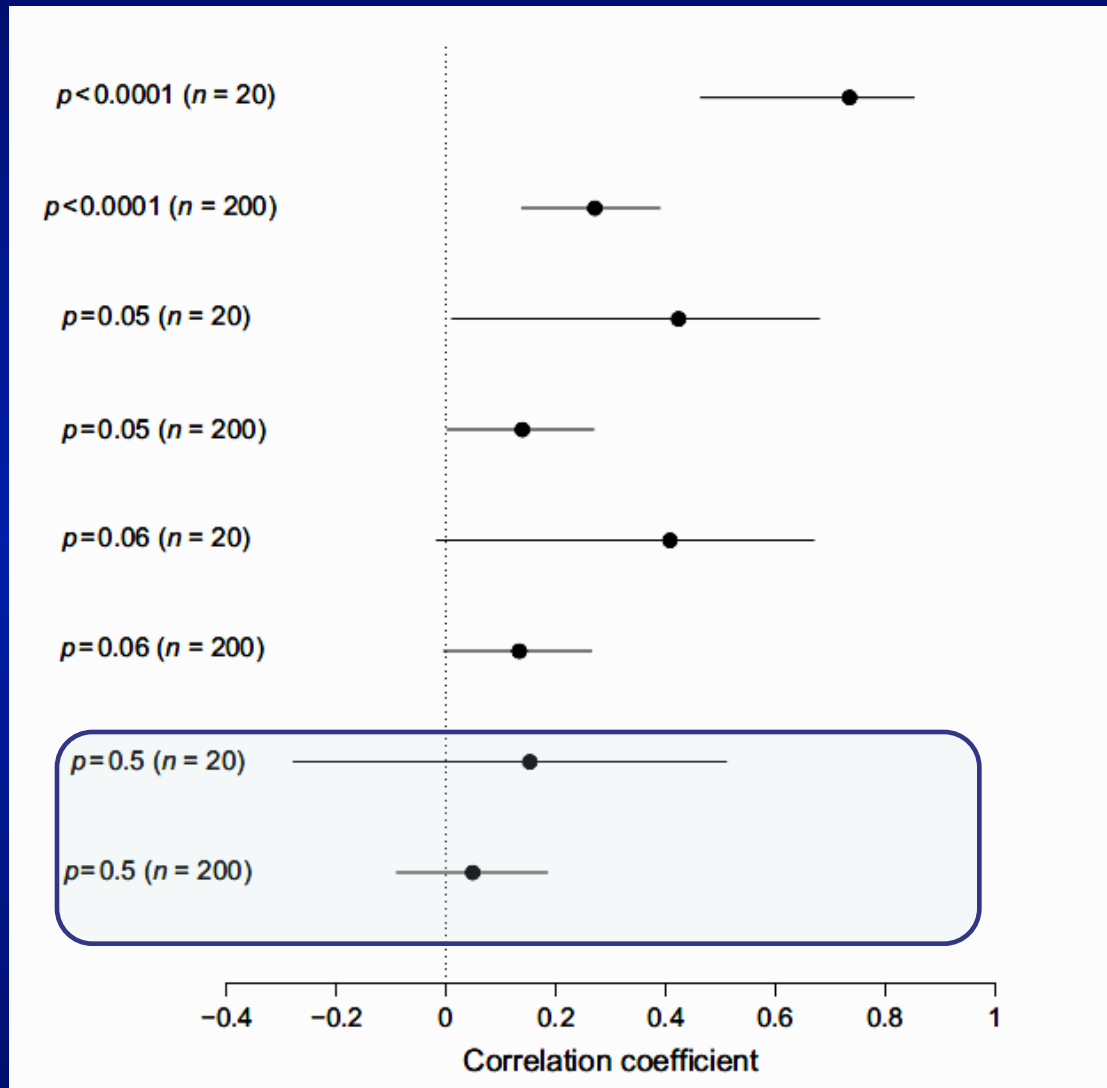
$\Phi = 0,1$ → pequeno

$\Phi = 0,3$ → médio

$\Phi = 0,5$ → grande

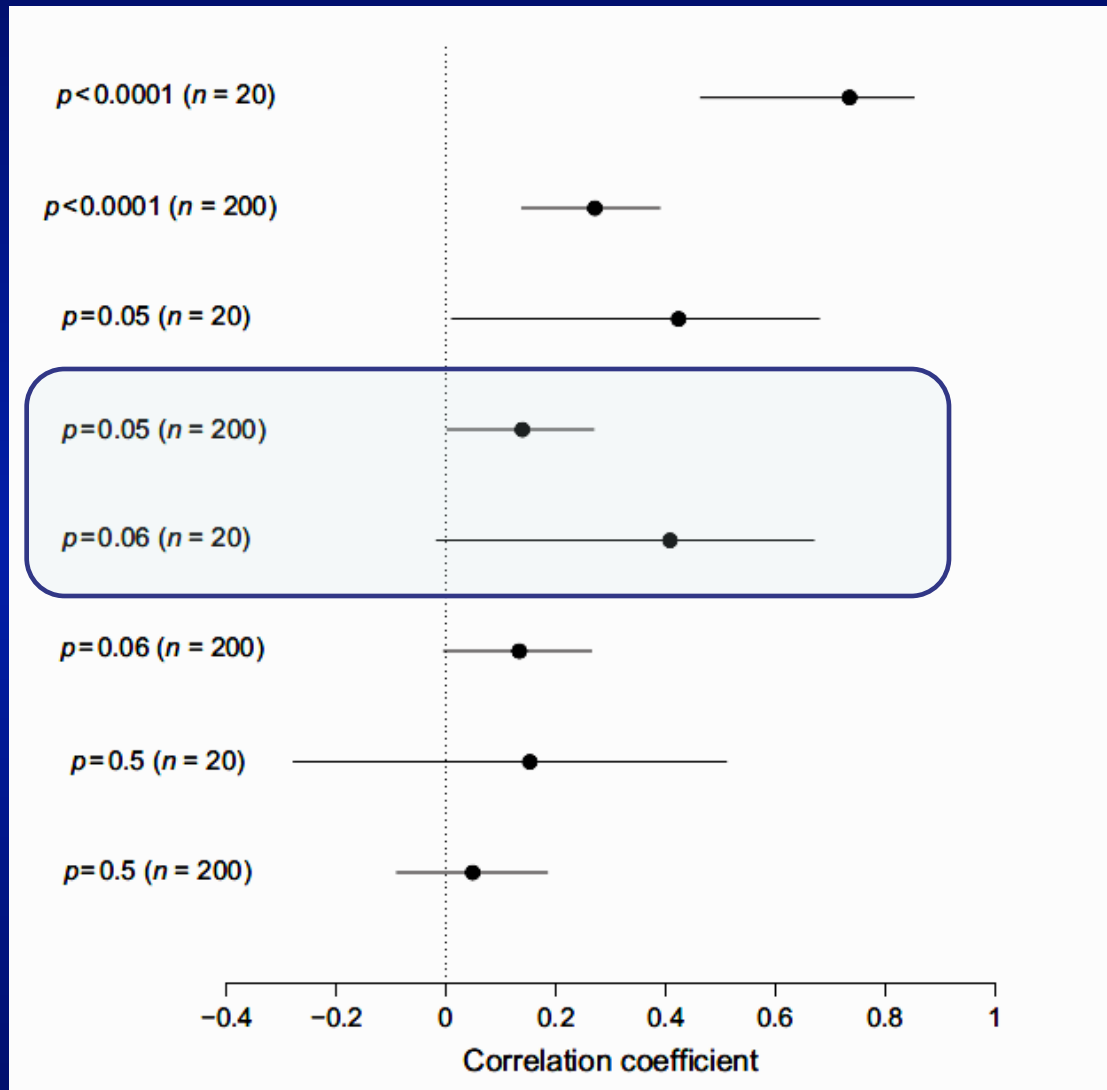
Correlação

Pearson (r)



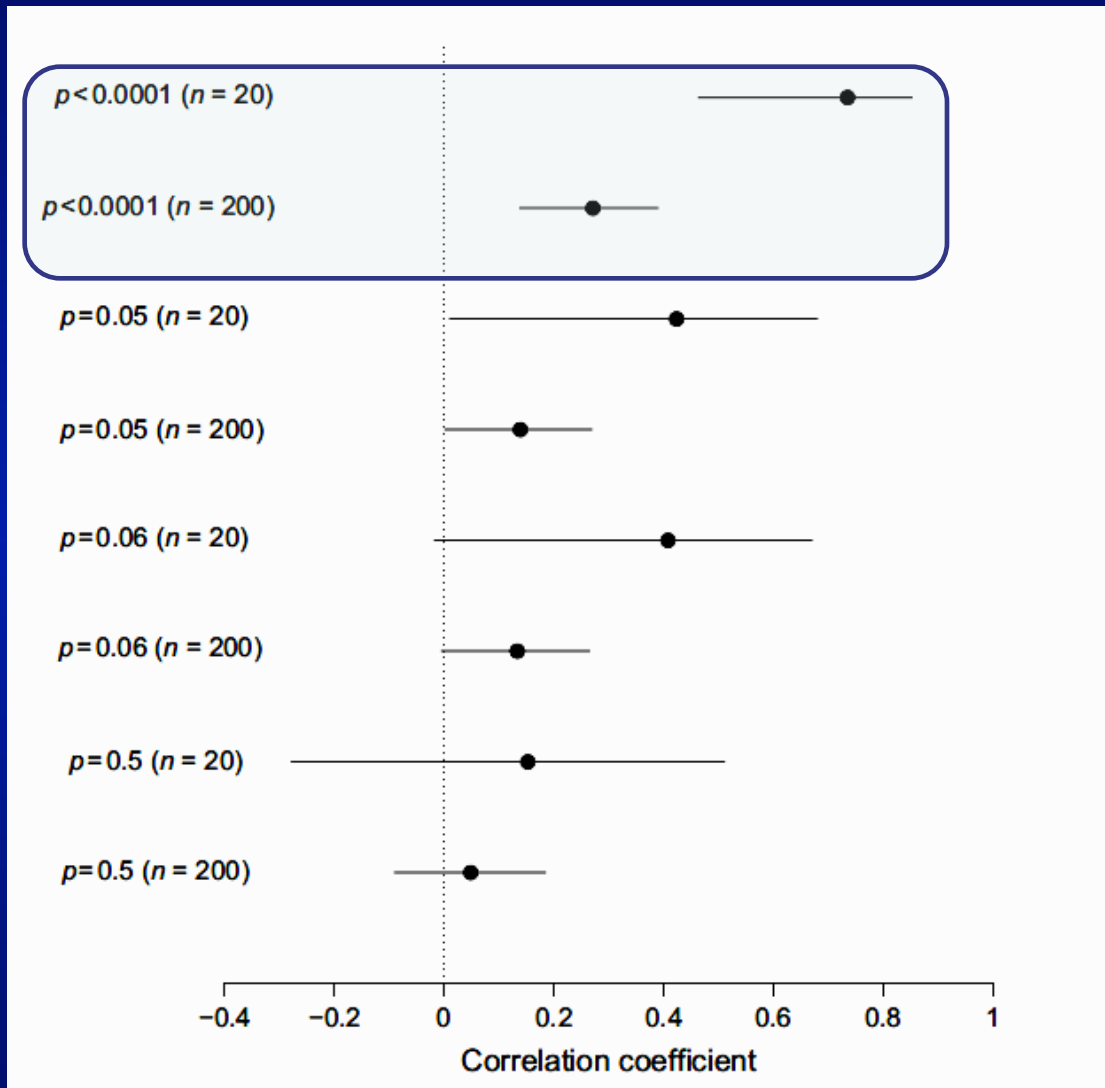
Correlação

Pearson (r)



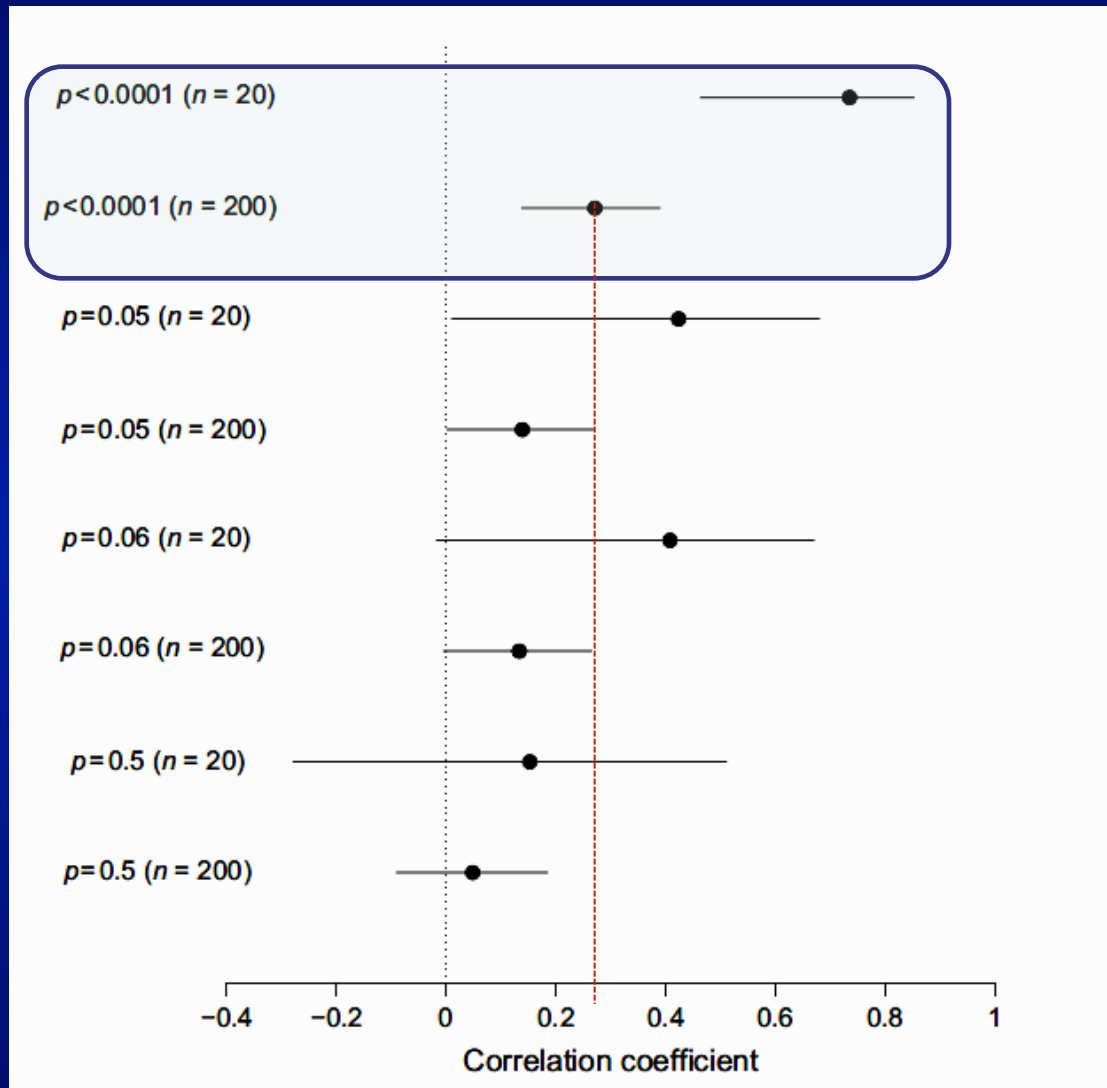
Correlação

Pearson (r)



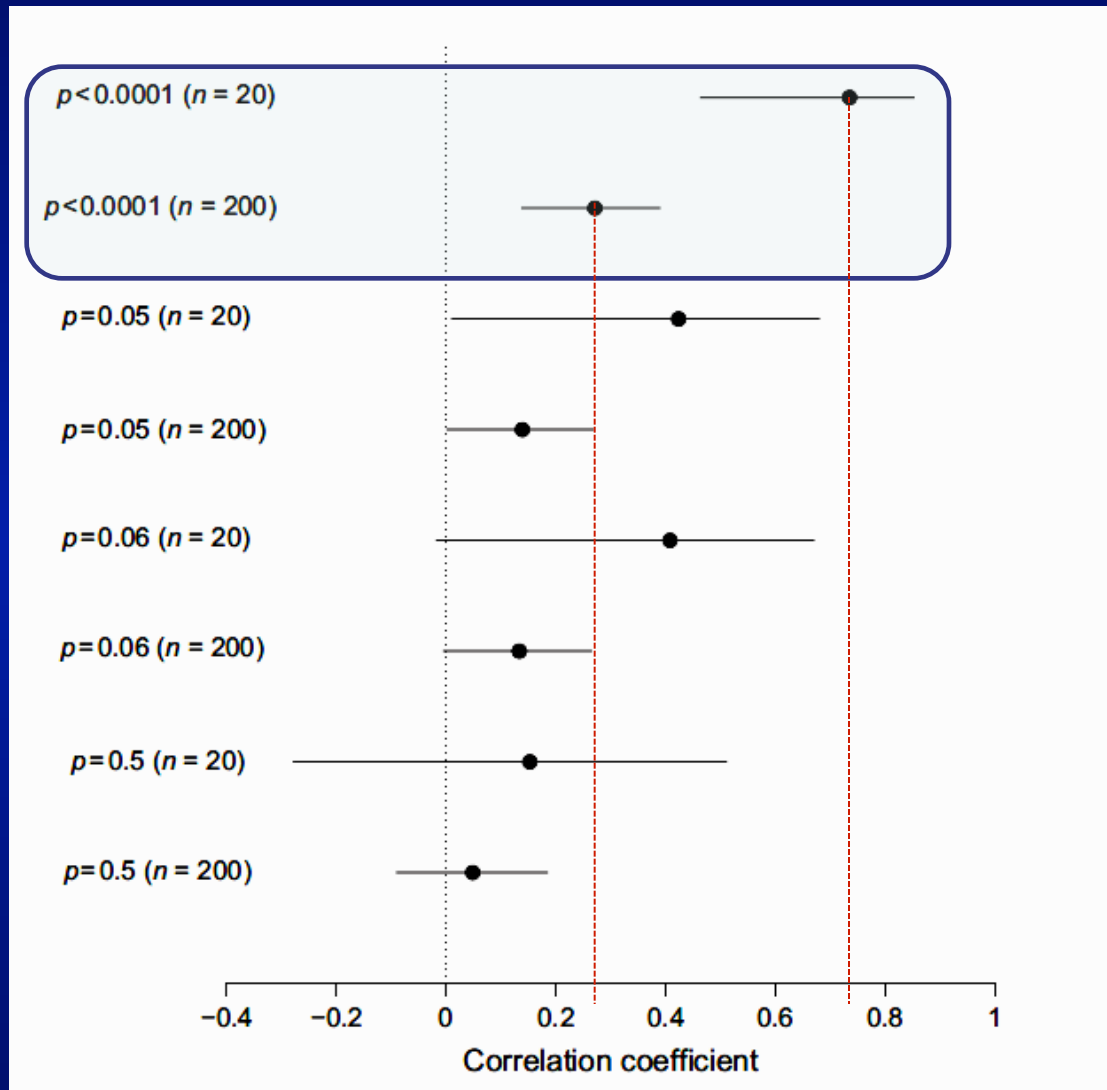
Correlação

Pearson (r)



Correlação

Pearson (r)

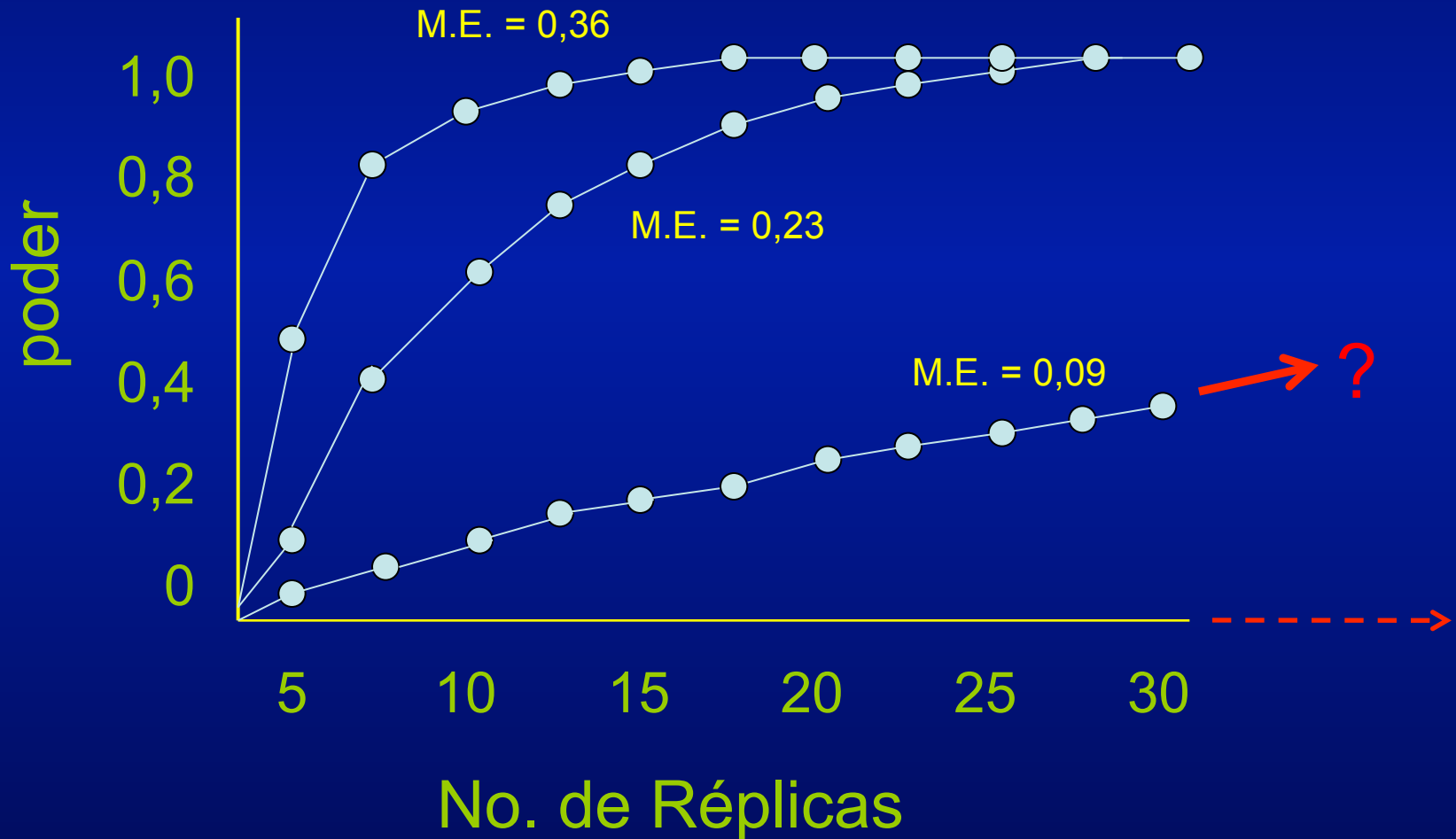


PODER ESTATÍSTICO

- Poder prospectivo – antes do estudo
- Poder retrospectivo – após o estudo
- Cálculo do poder
 - ✓ Conhecimento da variância ou estimativa
 - ✓ Estabelecimento da magnitude do efeito
 - Qual o poder para ‘perceber’ uma determinada magnitude ?

PODER ESTATÍSTICO

Magnitude do Efeito



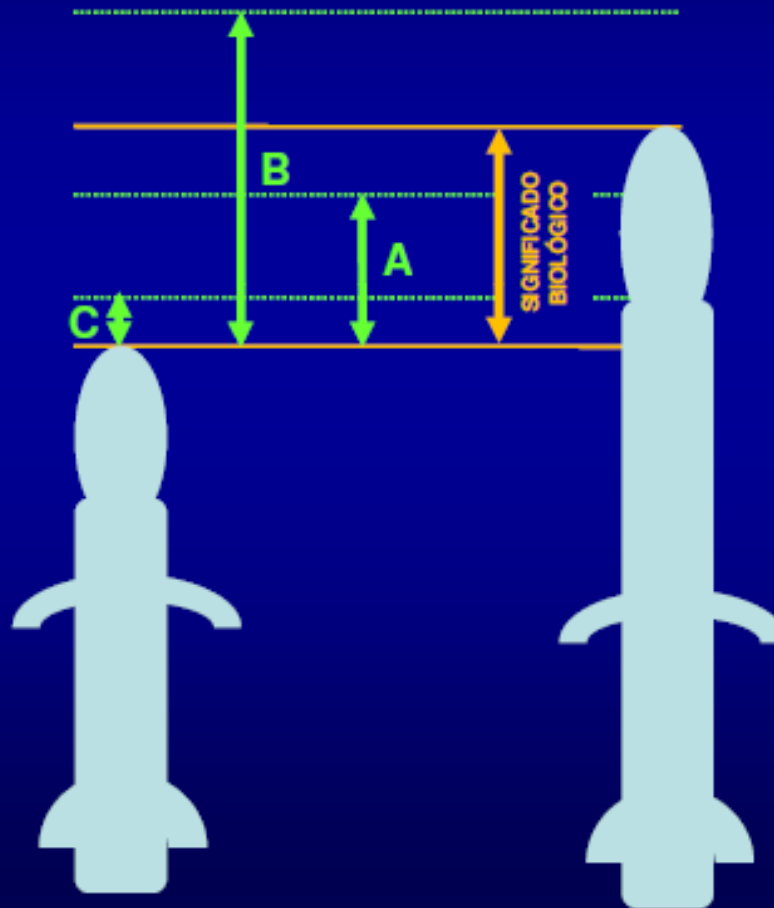
PODER ESTATÍSTICO

- Poder prospectivo – antes do estudo
- Poder retrospectivo – após o estudo
- Cálculo do poder
 - ✓ Conhecimento da variância ou estimativa
 - ✓ Estabelecimento da magnitude do efeito
 - Qual o poder para ‘perceber’ uma determinada magnitude ?
 - Qual o poder de perceber uma diferença biologicamente válida ?

PODER ESTATÍSTICO E SIGNIFICADO BIOLÓGICO (magnitude biológica)

DIFERENÇAS ESTATÍSTICAS

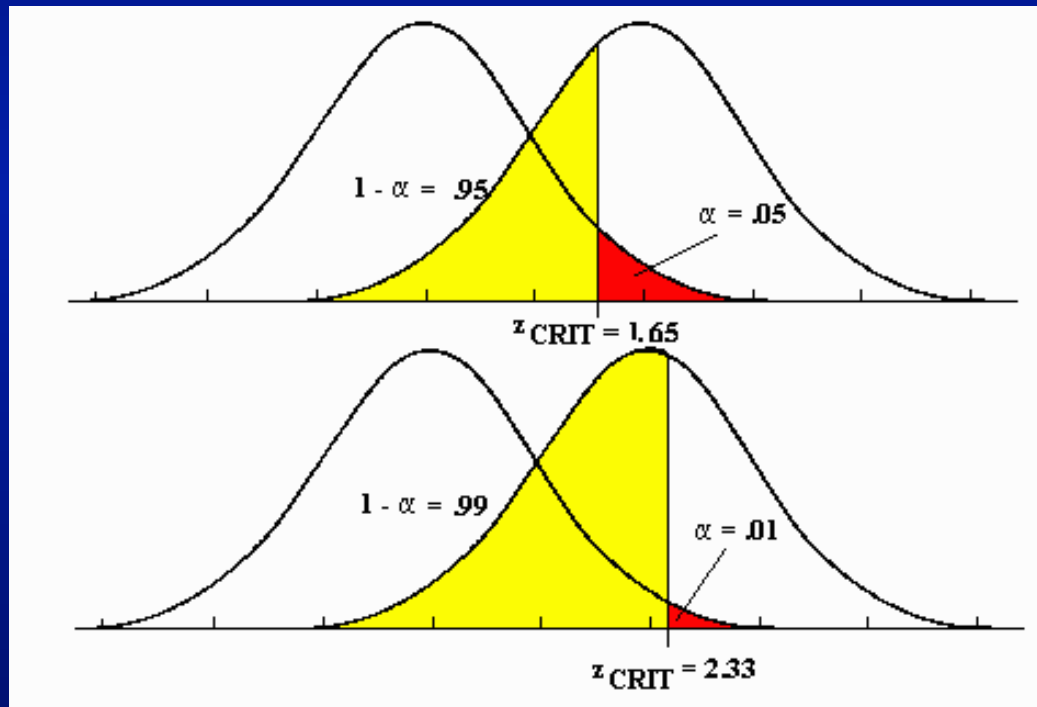
- COM PODER (A)
- SEM PODER (B)
- EXCESSO
DE
PODER (C)



PODER ESTATÍSTICO

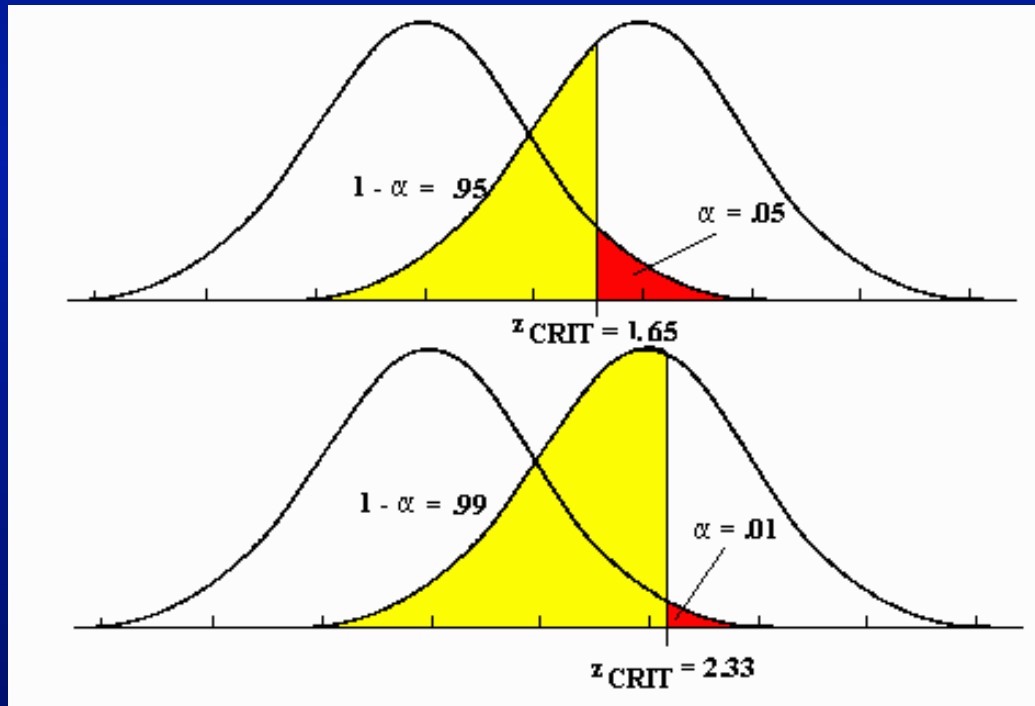
- Poder prospectivo – antes do estudo
- Poder retrospectivo – após o estudo
- Cálculo do poder
 - ✓ Conhecimento da variância ou estimativa
 - ✓ Estabelecimento da magnitude do efeito
 - Qual o poder para ‘perceber’ uma determinada magnitude ?
 - Qual o poder de perceber uma diferença biologicamente válida ?
 - ✓ Esforço amostral (n)

α ou p ?



A ditadura ou não de $\alpha = 0,05$
Qual erro é mais grave Tipo I ou Tipo II ?

- Ciências Biomédicas
- Ciências Ambientais



PODER & ERRO DO TIPO I

Erro do Tipo I em múltiplas comparações

- Erros individuais
- Propagação dos Erros (Erro Total)
- Correções:
 - ✓ Bonferroni
 - ✓ Bonferroni Sequencial
 - ✓ FDR (*False Discovery Rate*)

CORREÇÕES

Valor de p ordenado	Bonferroni	Bonferroni sequencial	Benjamini & Hochberg (FDR)
1	α / m	α / m	α / m
2	α / m	$\alpha / (m-1)$	$2\alpha / m$
3	α / m	$\alpha / (m-2)$	$3\alpha / m$

Valor de p ordenado	Bonferroni	Bonferroni Sequencial	Benjamini & Hochberg (FDR)
$p = 0,001$	0,005	0,005	0,005
$p = 0,002$	0,005	0,005	0,010
$p = 0,005$	0,005	0,006	0,015
$p = 0,010$	0,005	0,007	0,020
$p = 0,020$	0,005	0,008	0,025
$p = 0,030$	0,005	0,010	0,030
$p = 0,040$	0,005	0,012	0,035
$p = 0,050$	0,005	0,016	0,040

Valor de p ordenado	Bonferroni	Bonferroni Sequencial	Benjamini & Hochberg (FDR)
$p = 0,001$	0,005	0,005	0,005
$p = 0,002$	0,005	0,005	0,010
$p = 0,005$	0,005	0,006	0,015
$p = 0,010$	0,005	0,007	0,020
$p = 0,020$	0,005	0,008	0,025
$p = 0,030$	0,005	0,010	0,030
$p = 0,040$	0,005	0,012	0,035
$p = 0,050$	0,005	0,016	0,040

Valor de p ordenado	Bonferroni	Bonferroni Sequencial	Benjamini & Hochberg (FDR)
$p = 0,001$	0,005	0,005	0,005
$p = 0,002$	0,005	0,005	0,010
$p = 0,005$	0,005	0,006	0,015
$p = 0,010$	0,005	0,007	0,020
$p = 0,020$	0,005	0,008	0,025
$p = 0,030$	0,005	0,010	0,030
$p = 0,040$	0,005	0,012	0,035
$p = 0,050$	0,005	0,016	0,040

Valor de p ordenado	Bonferroni	Bonferroni Sequencial	Benjamini & Hochberg (FDR)
$p = 0,001$	0,005	0,005	0,005
$p = 0,002$	0,005	0,005	0,010
$p = 0,005$	0,005	0,006	0,015
$p = 0,010$	0,005	0,007	0,020
$p = 0,020$	0,005	0,008	0,025
$p = 0,030$	0,005	0,010	0,030
$p = 0,040$	0,005	0,012	0,035
$p = 0,050$	0,005	0,016	0,040

MÚLTIPLAS COMPARAÇÕES

O que fazer ?

- Não corrigir.
- Escolher uma correção menos conservativa.
- Eliminar variáveis pouco explicativas.
- Priorizar testes múltiplos (regressão múltipla, MANOVA, ANOVA com vários fatores etc...) que avaliam um erro único.
- Diferenças da aplicação de correções entre Ecologia e Genética.