

Amostragem II

- Poder estatístico
- Múltiplas comparações
- Tipos de Estudo & Análise

PODER ESTATÍSTICO

Temperatura em um lago

Verão

30

25

M = 27,5

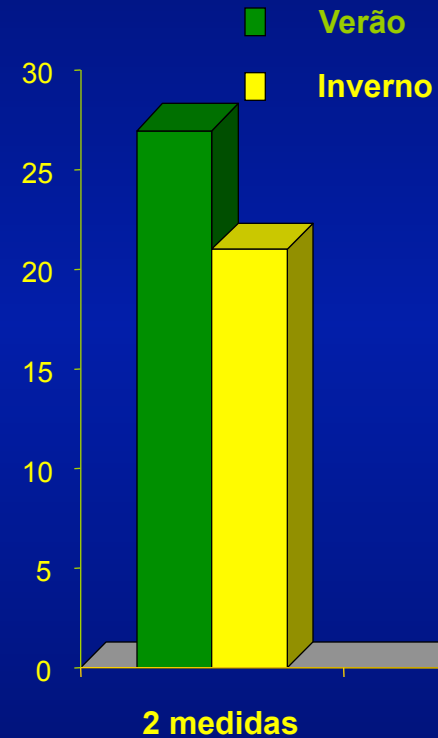
Inverno

19

23

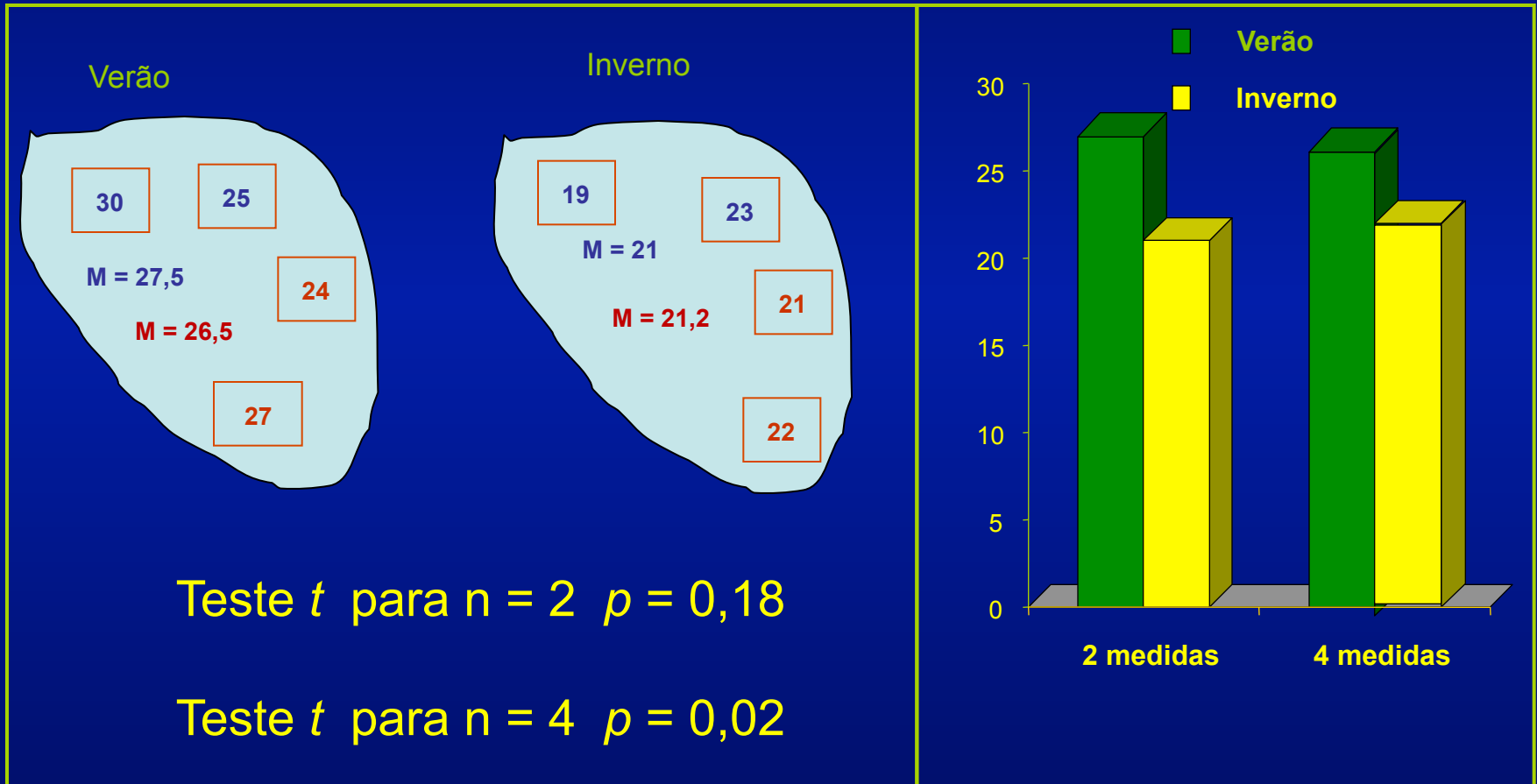
M = 21

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



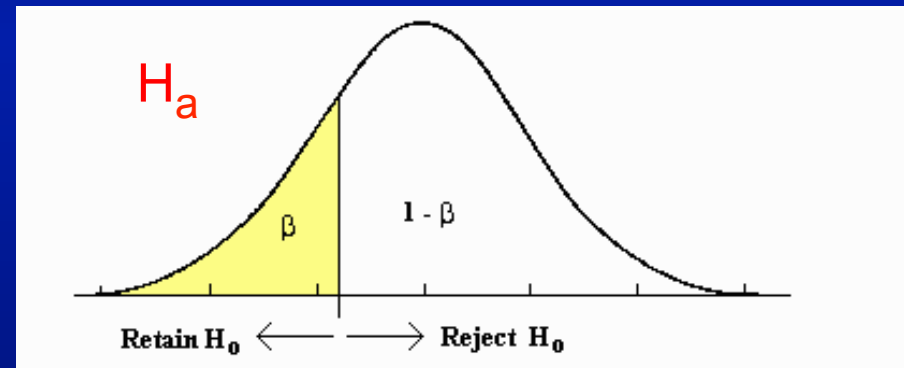
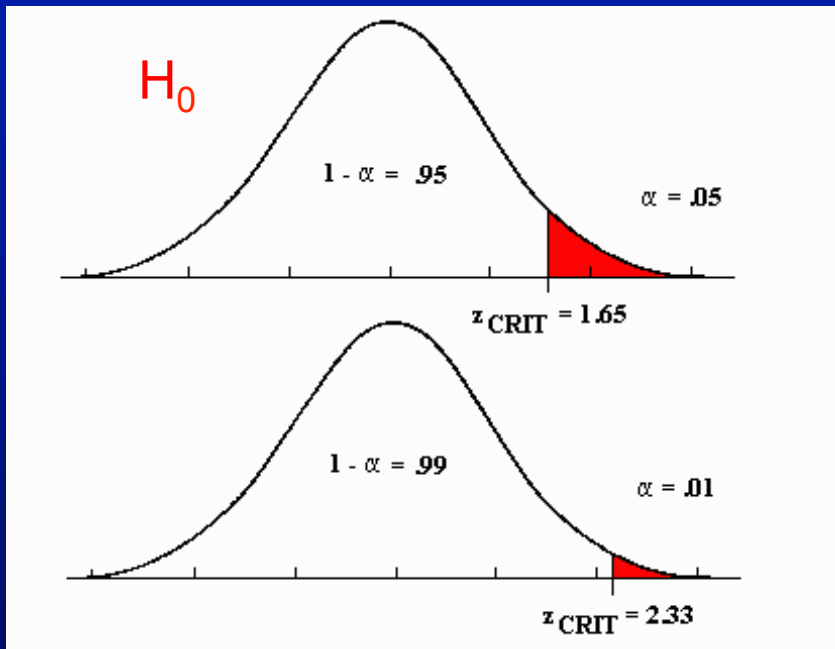
PODER ESTATÍSTICO

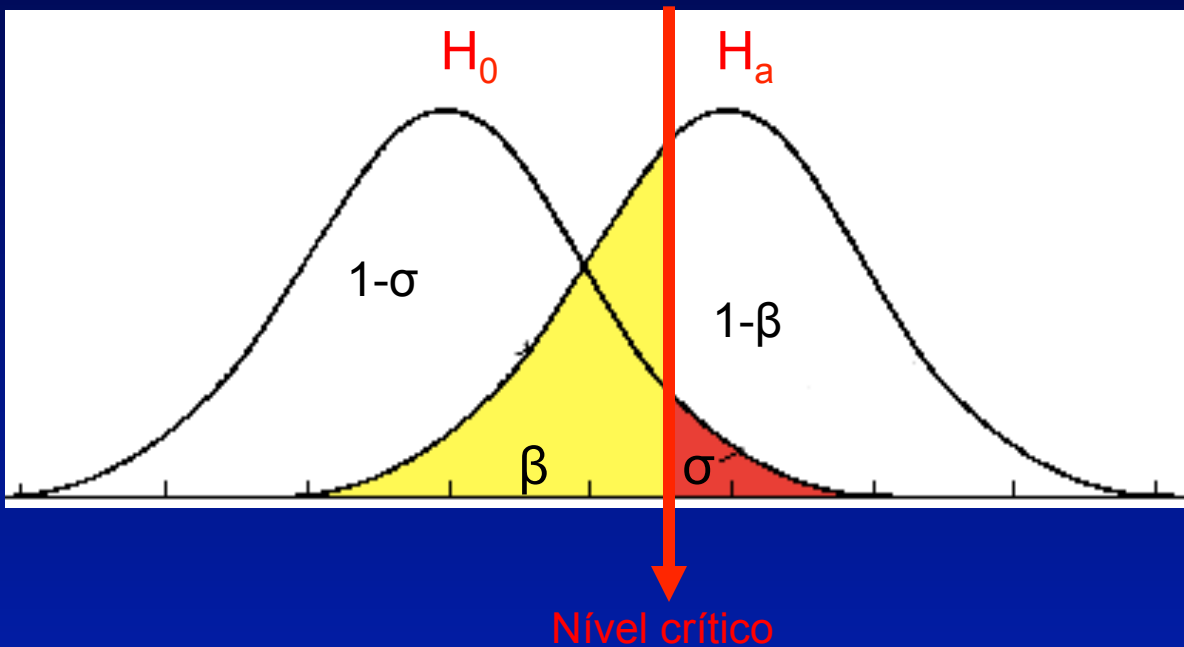
Temperatura em um lago



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)





Nível crítico

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:

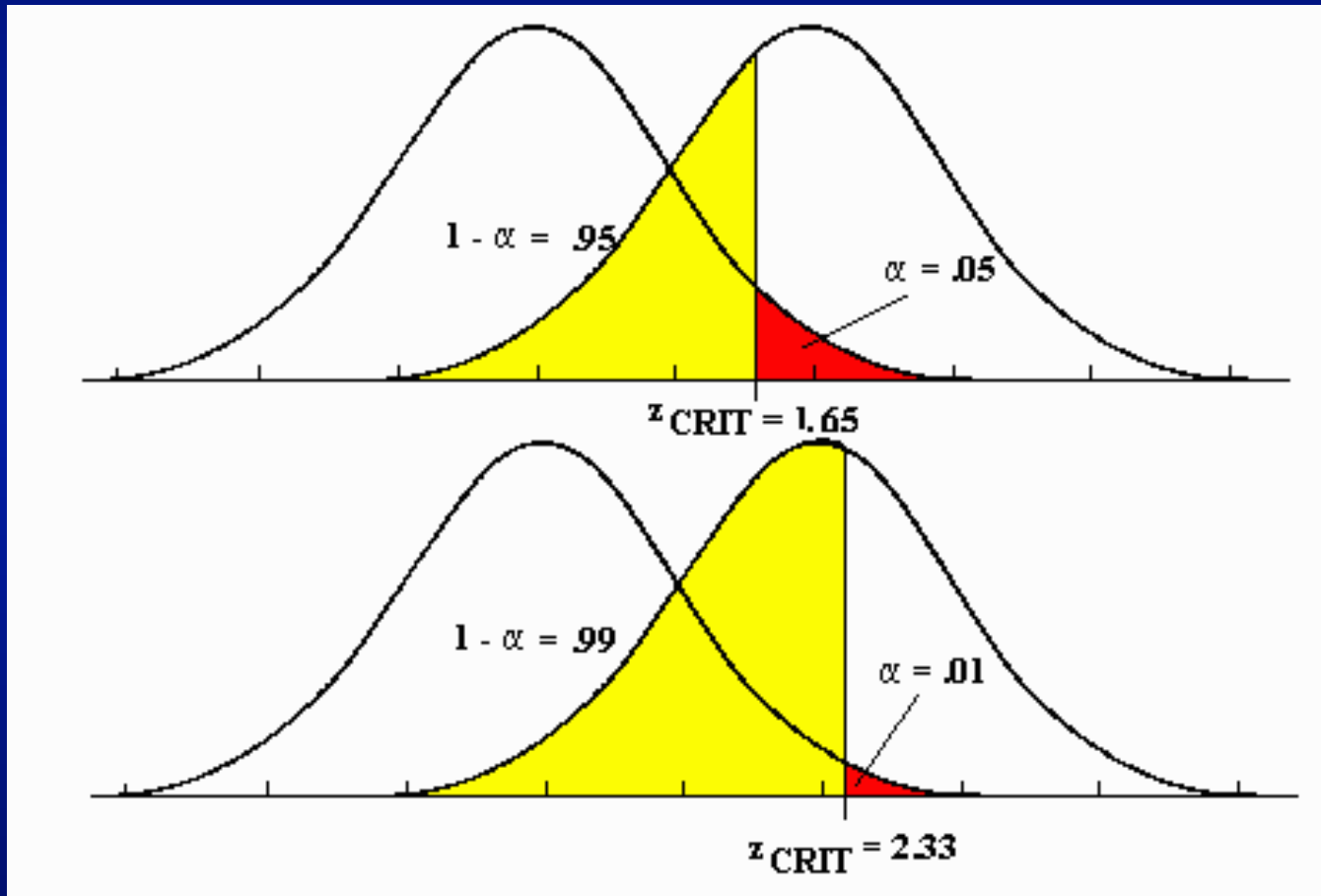
1. Número de réplicas
2. Variabilidade
3. Nível de significância (α)
4. Magnitude do Efeito

Como aumentar o poder:

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

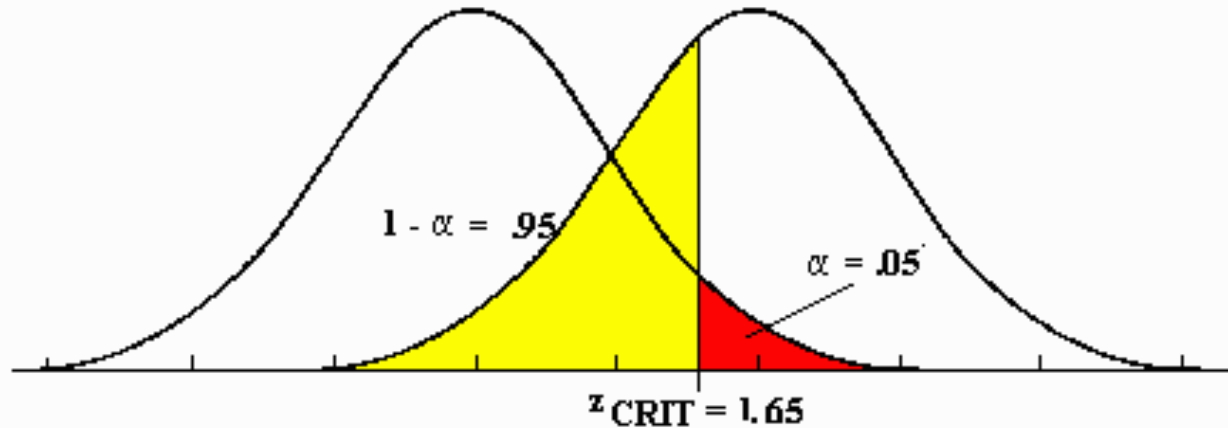
PODER ESTATÍSTICO

Alterando α

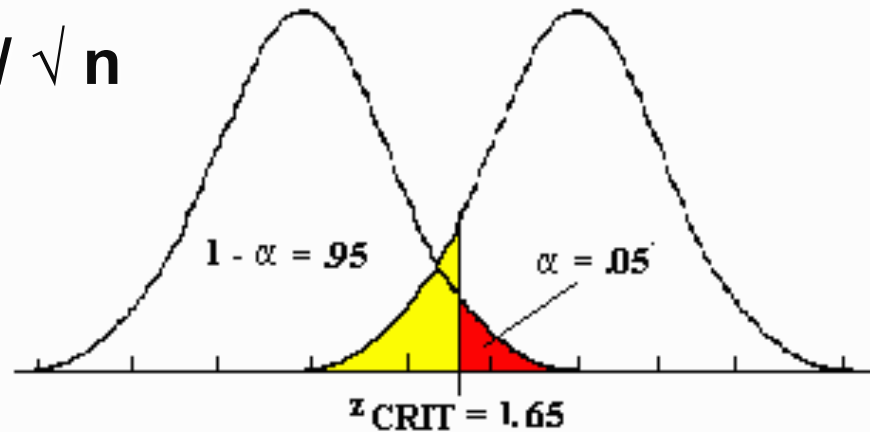


PODER ESTATÍSTICO

Incrementando a
replicagem ($> n$)

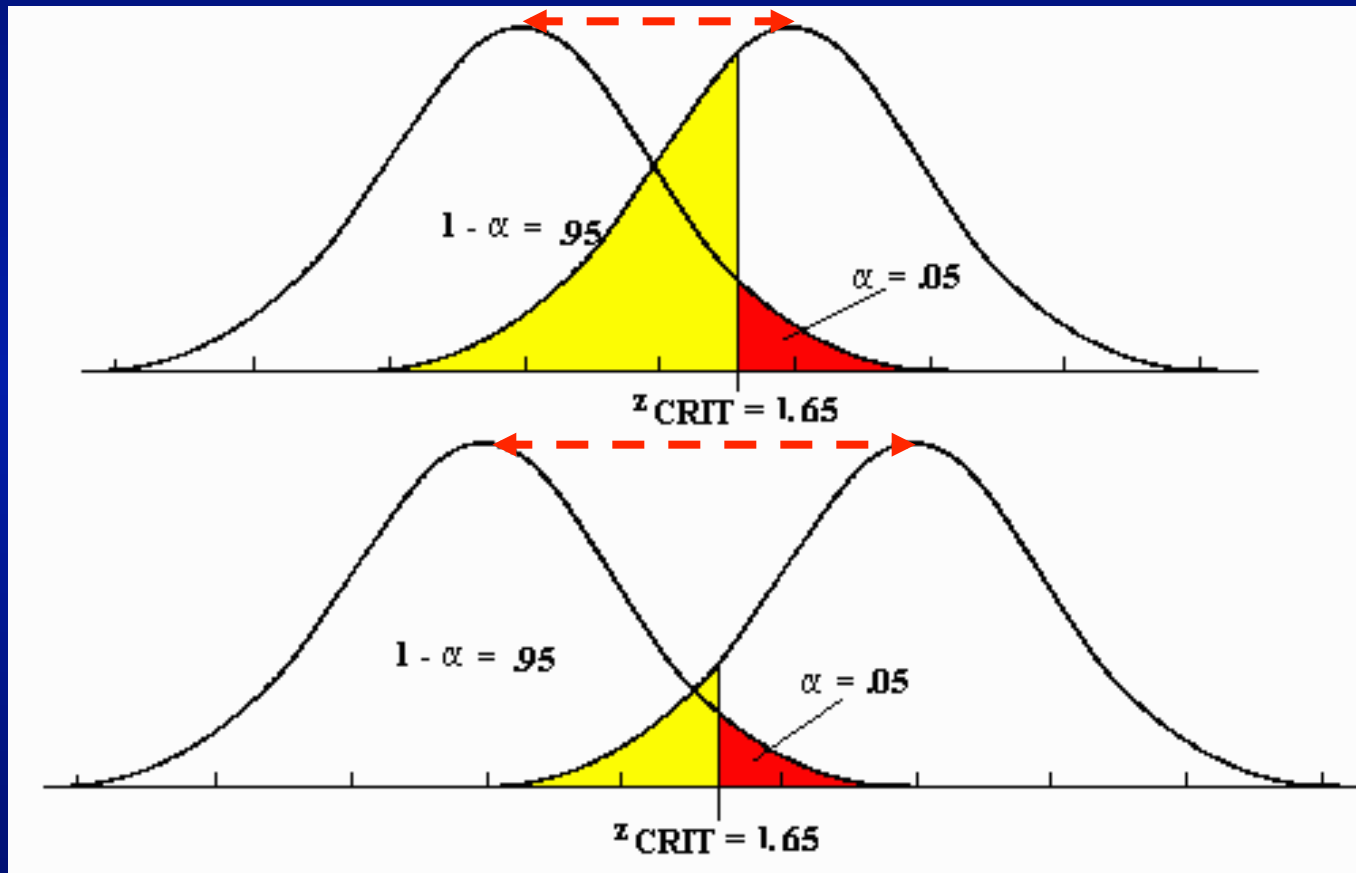


$$s_Y = s / \sqrt{n}$$



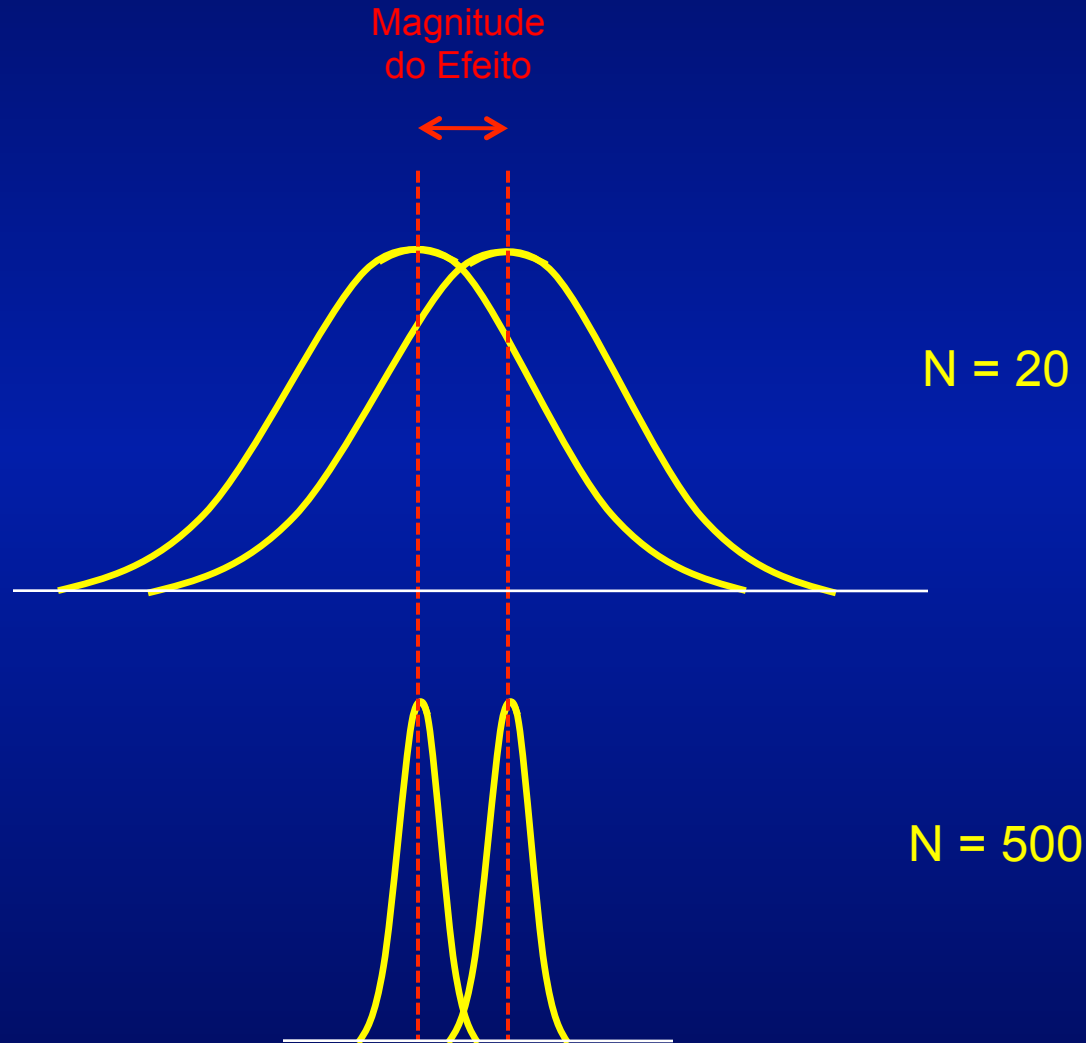
PODER ESTATÍSTICO

Magnitude do Efeito



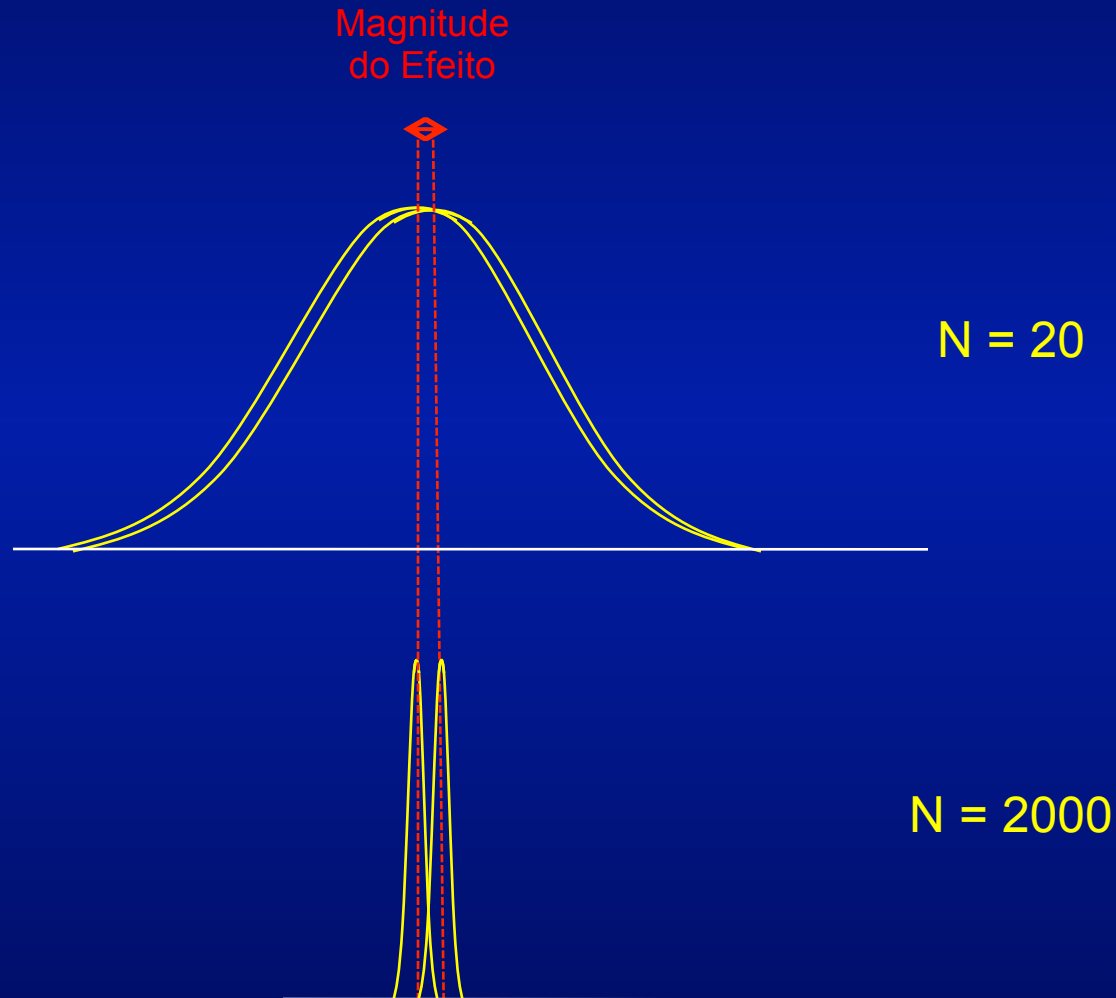
PODER ESTATÍSTICO

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)

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

r (Pearson)

r = 0,2 → pequeno

r = 0,5 → médio

r = 0,8 → 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

$$p = 0,044$$

$$\Phi = 0,009$$

$$\Phi = 0,465$$

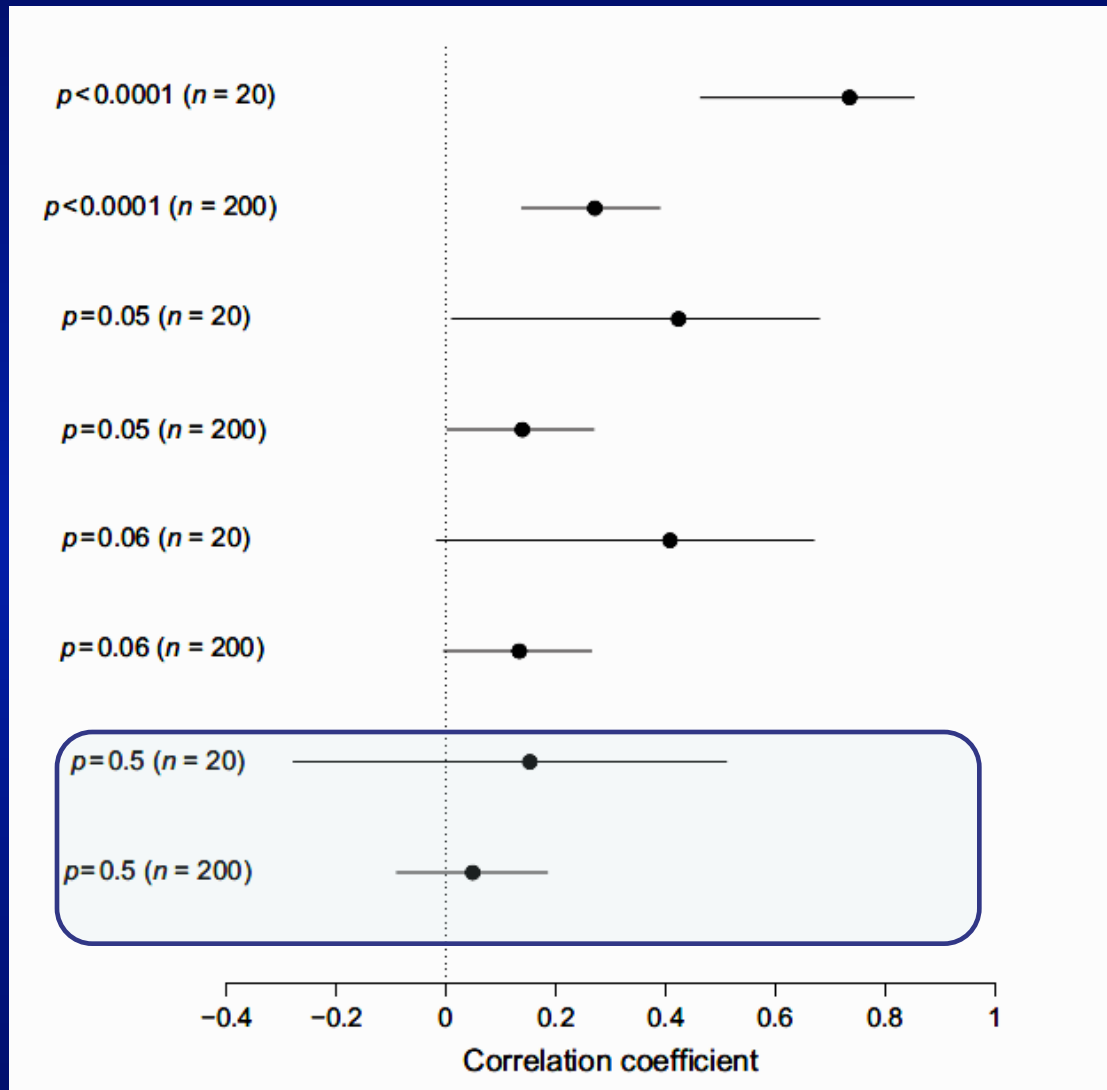
$\Phi = 0,1$ → pequeno

$\Phi = 0,3$ → médio

$\Phi = 0,5$ → grande

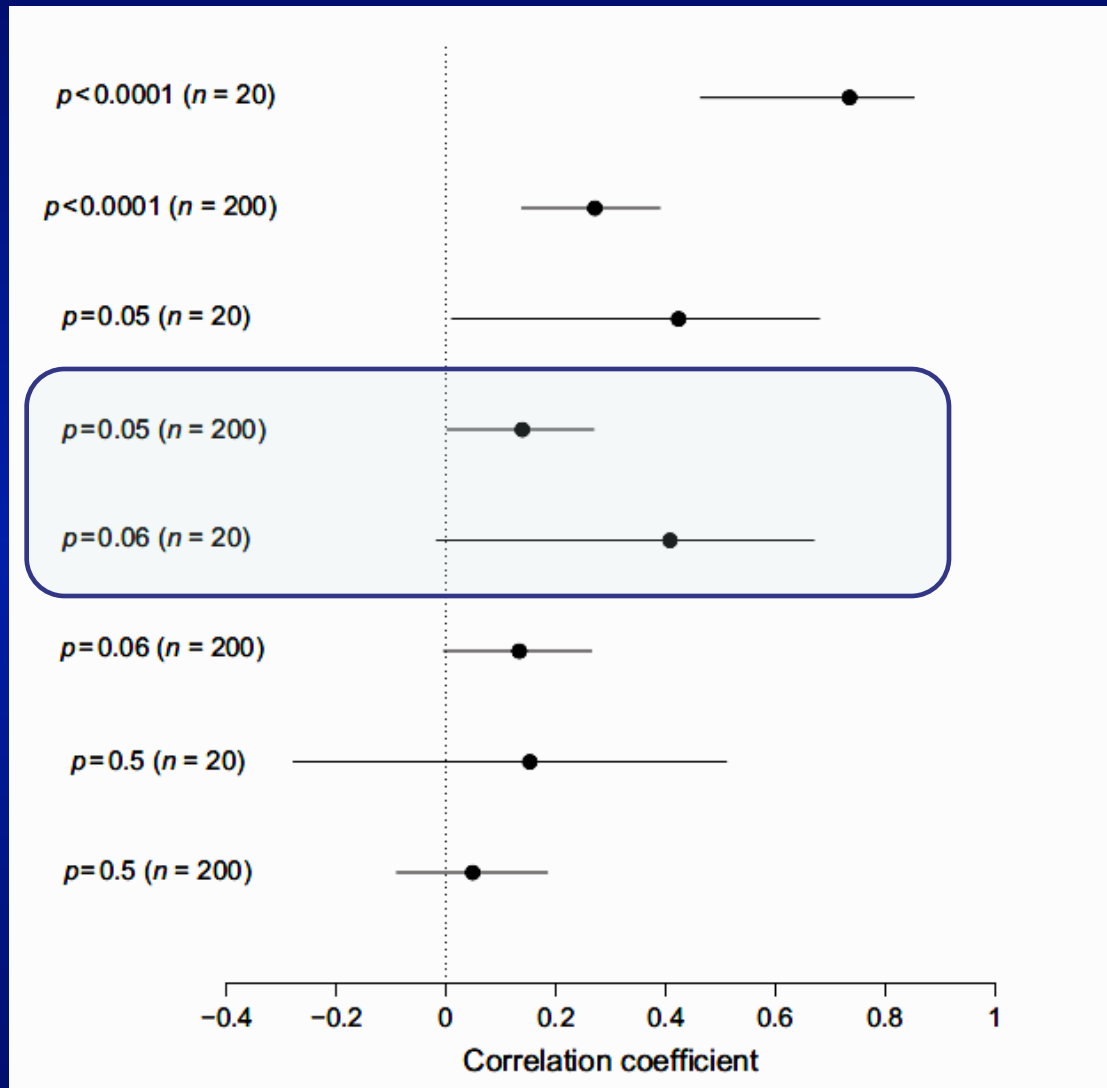
Correlação

Pearson (r)



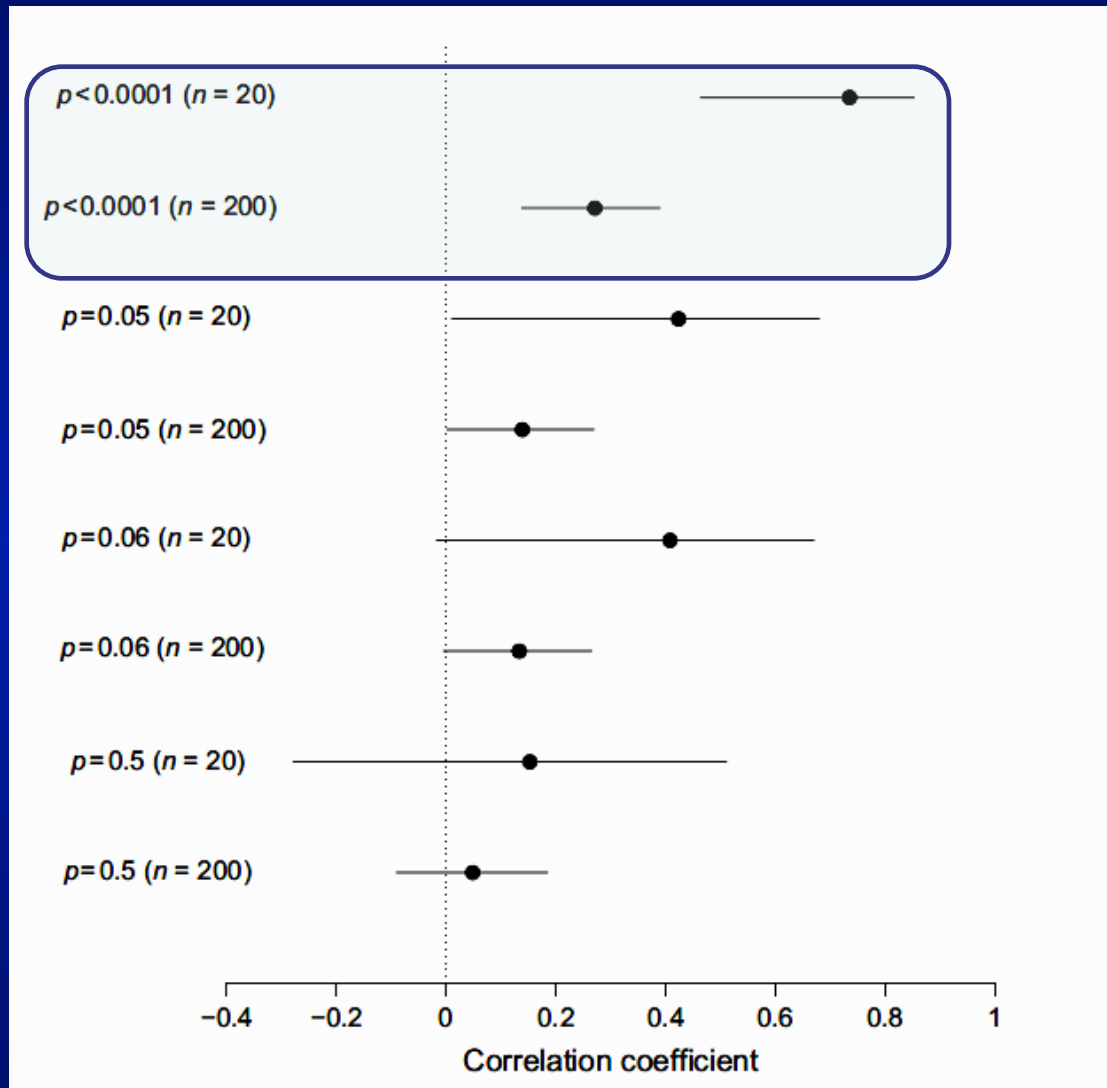
Correlação

Pearson (r)



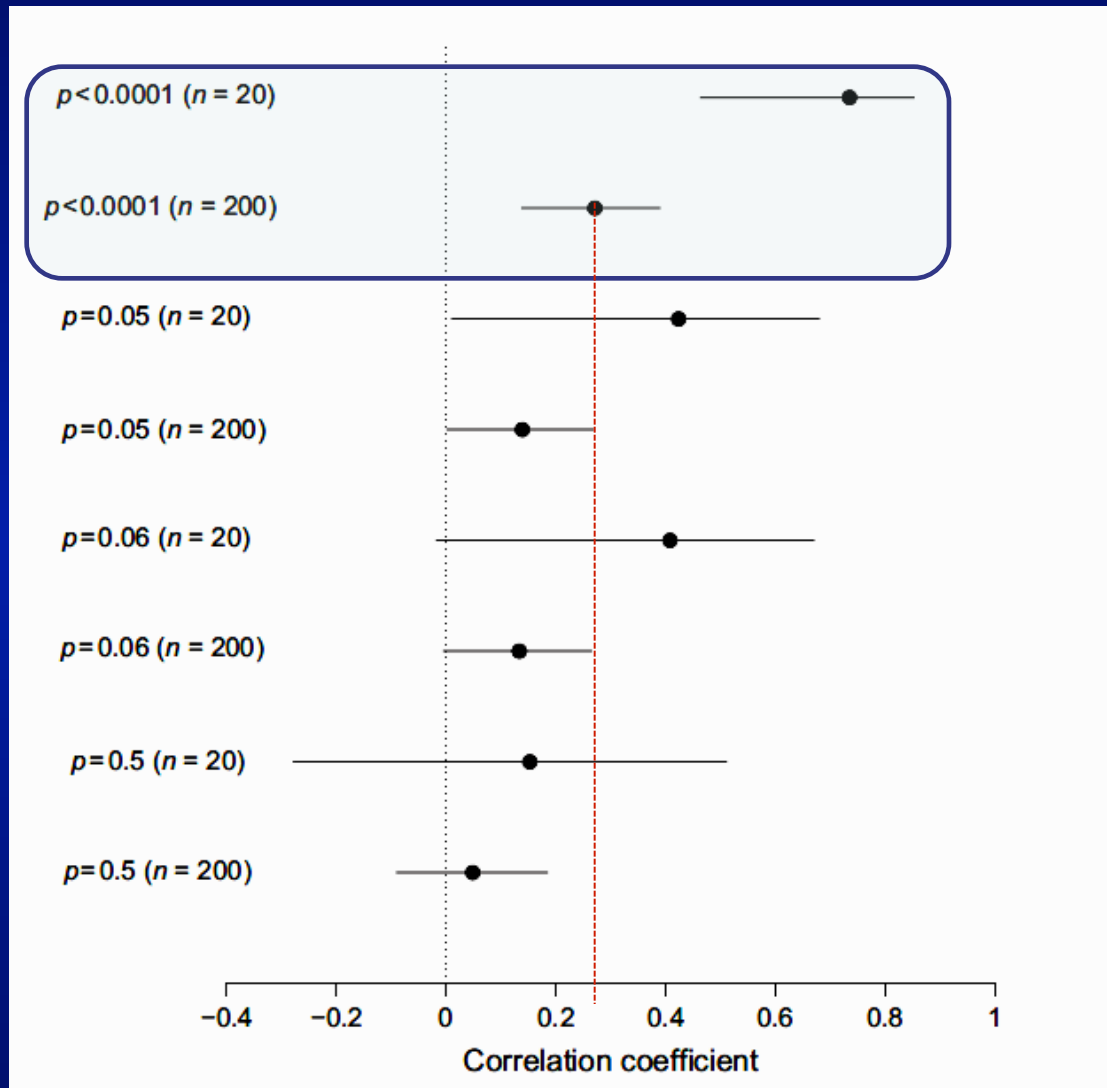
Correlação

Pearson (r)



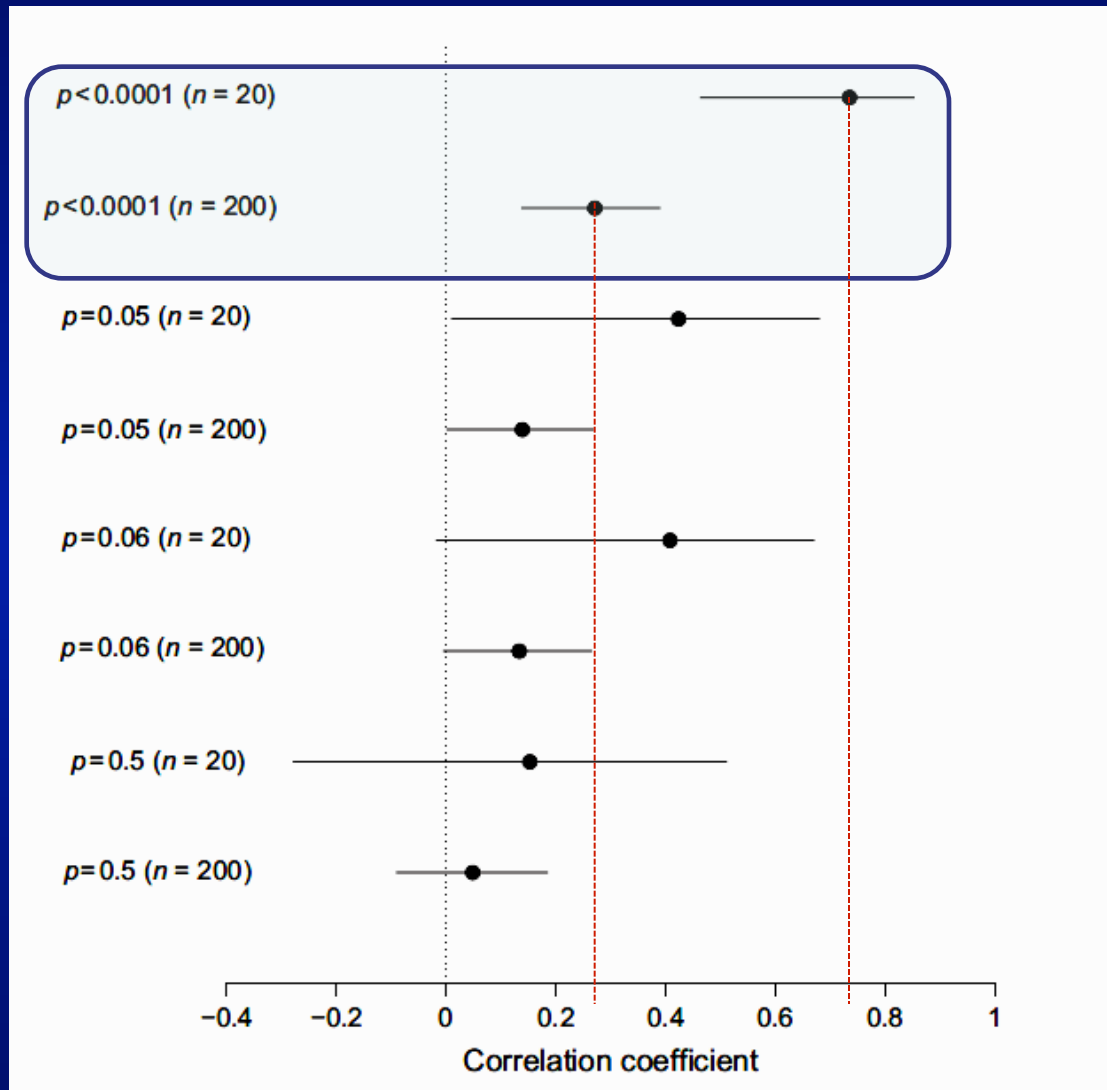
Correlação

Pearson (r)



Correlação

Pearson (r)

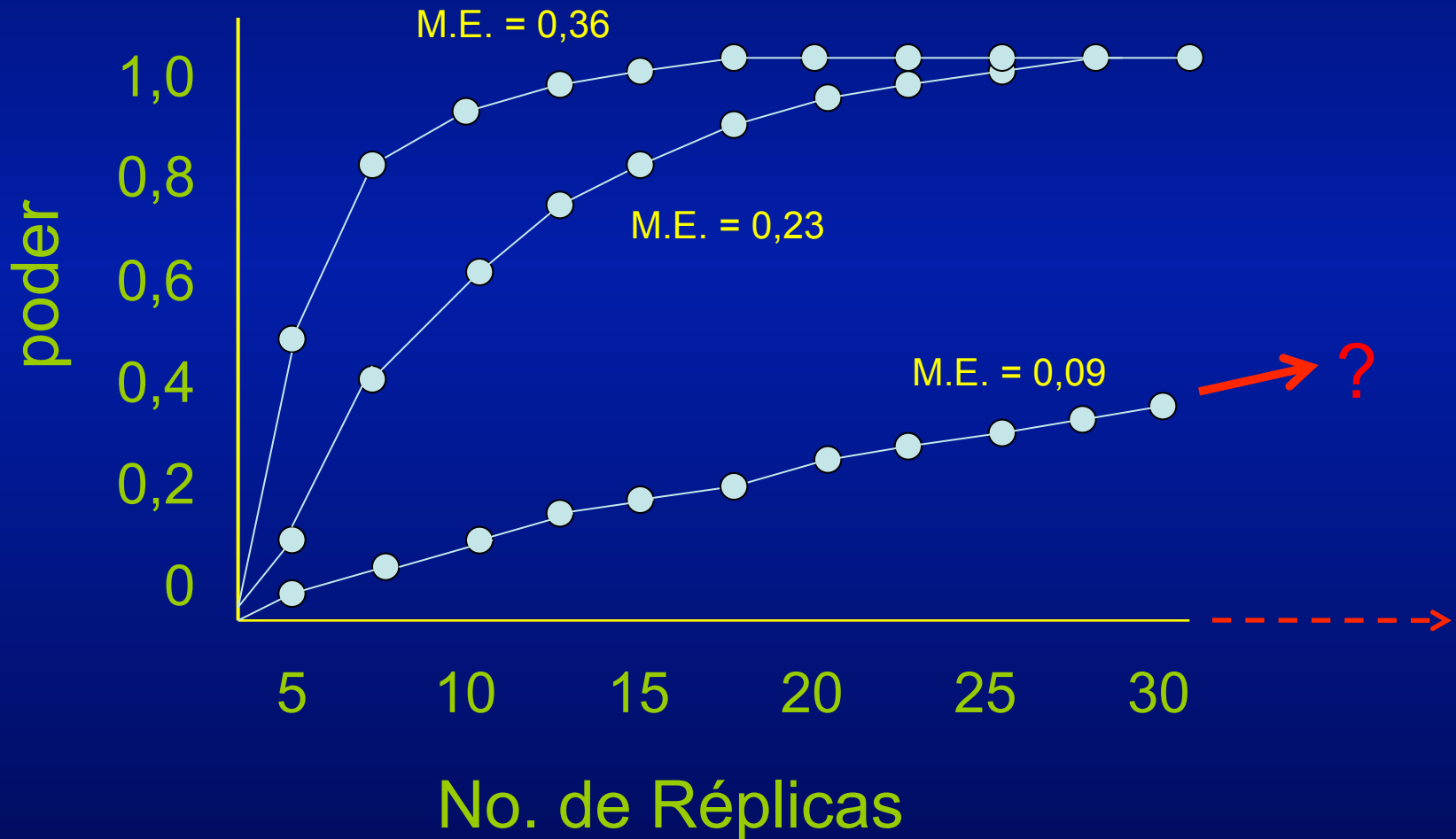


PODER ESTATÍSTICO

- 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



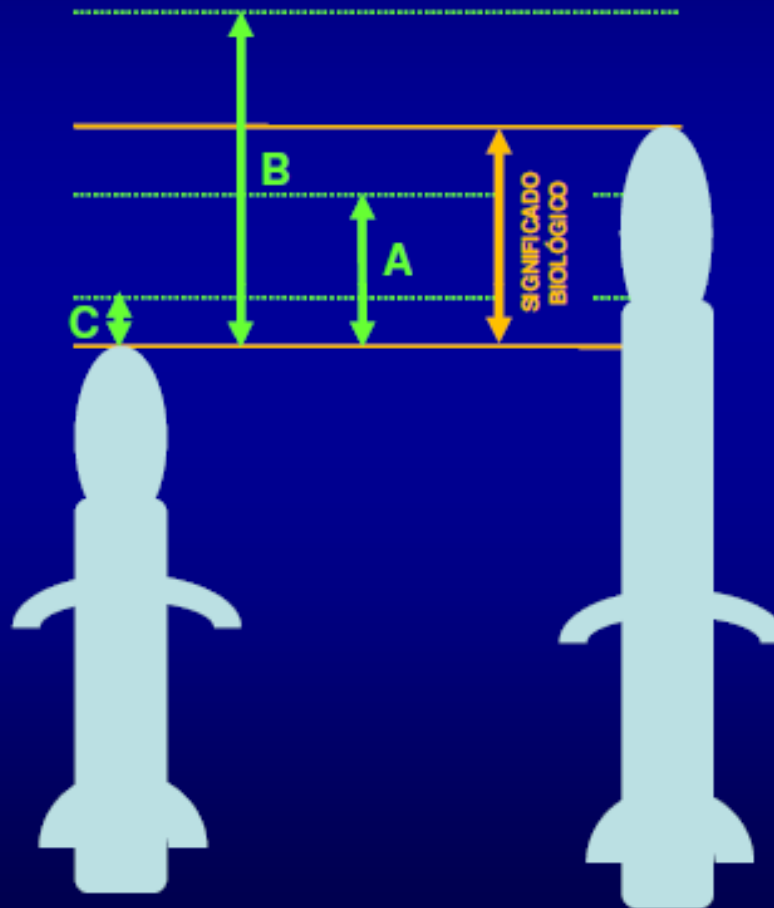
PODER ESTATÍSTICO

- 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)



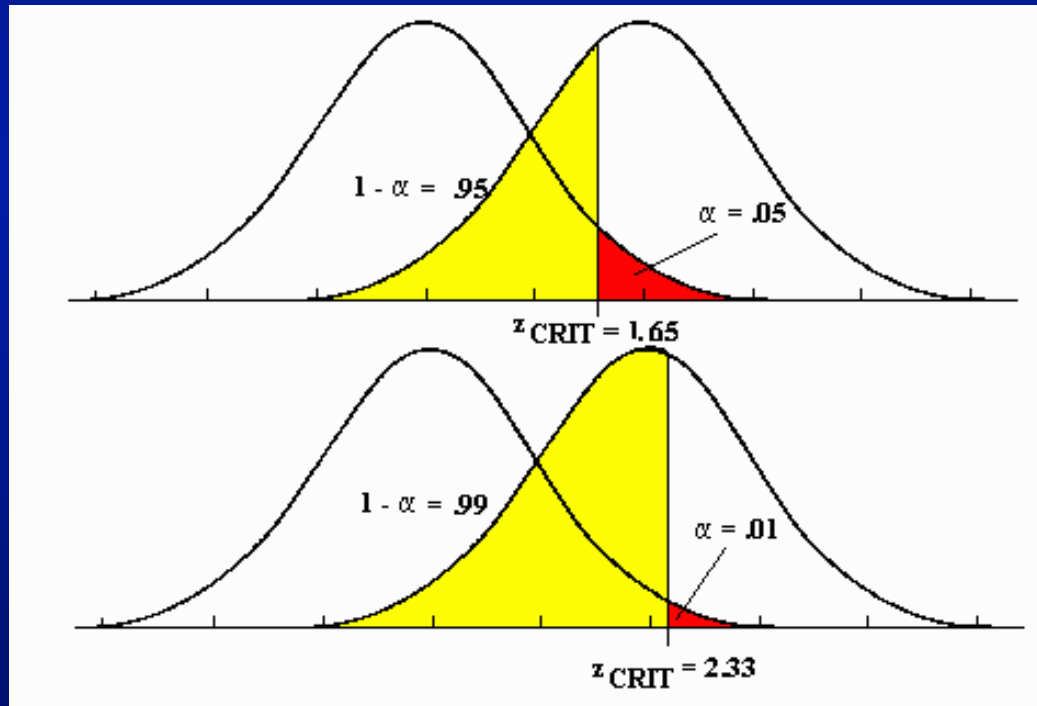
PODER ESTATÍSTICO

- 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 ?

“God loves the 0.06 nearly as much as the 0.05”

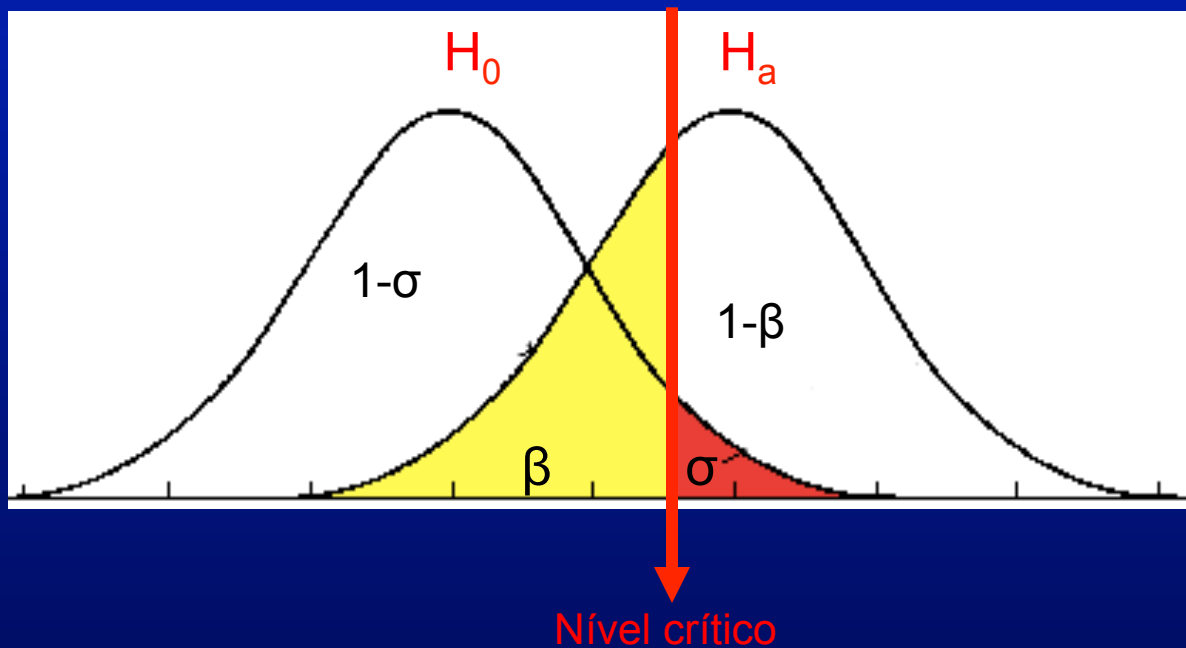
Rosnow, R.L. & Rosenthal, R. (1989)



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

*“God loves the 0.06 nearly as much as the 0.05”
Rosnow, R.L. & Rosenthal, R. (1989)*

- 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.

Tipos de Estudos & Análise

Estudos descritivos

- Descreve padrões sem um planejamento e metodologia que permita inferências quantitativas.

Estudos exploratórios

- Procura definir um problema através da coleta de dados em uma área ainda pouco conhecida
 - permite inferências estatísticas com cautela (e.g. estudos oceanográficos de larga escala).

Estudos experimentais

- Estabelecimentos de variáveis preditoras (explicativas) e variáveis resposta (dependentes).

Experimentos Manipulativos

- Possibilidade de alterar os níveis da variável preditora (independente) para avaliar como uma ou mais variáveis resposta respondem a essas alterações.
- Robusto para se testar hipóteses sobre relações de causa e efeito.
- No campo são, freqüentemente, restritos a pequenas escalas espaciais e a organismos de vida curta.
- Dificuldade de manipulação de várias variáveis simultaneamente.

Experimentos Mensurativos

- Leva-se em consideração a variação natural das variáveis de interesse.
- Inferências menos robustas: outros fatores podem estar mascarando relação causal proposta.
- Muitas vezes se confundem com estudos exploratórios

Tipos de variáveis

Catégoricas

- **Nominais**
 - ✓ Sexo
 - ✓ Populações
 - ✓ Espécies
- **Ordinais**
 - ✓ Classes de magnitude
= Categorias ordinais

Quantitativas

- **Contínuas**
 - ✓ Comprimento (*razão*)
 - ✓ Peso (*razão*)
 - ✓ Taxa de mutação (*razão*)
 - ✓ Temperatura (*intervalar*)
- **Discretas = Merísticas**
 - ✓ Número de estruturas
 - ✓ Número de mutações
 - ✓ Número de espécies

Condição da variável

- Independente
 - = Preditora
 - = Explicativa
 - = Fator
- Dependente
 - = Resposta

Condição dos fatores

- Fixos
- Aleatórios

Fatores Fixos ou Aleatórios ?

- Um **fator é fixo** quando os níveis em estudo são os únicos níveis de interesse
- Um **fator é aleatório** quando os níveis em estudo são uma amostra aleatória de uma população maior de efeitos. Afetam a variância e o objetivo é generalizar para a população.
- **Fatores fixos** são frequentemente tratamentos experimentais definidos pelo pesquisador

Fatores Fixos ou Aleatórios ?

- Quer estimar a **magnitude do efeito**?
- Os **níveis** do fator são **informativos**?
- Os **níveis dos fatores** são somente **códigos numéricos**?
- Existe uma **estrutura hierárquica** nos dados?
- O estudo é **manipulativo** ou **observacional**?
- Quer uma maior **generalização** dos seus resultados ?

Análises

- **Univariadas**

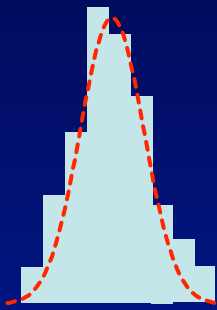
- ✓ Uma variável dependente
- ✓ Uma ou mais variáveis preditoras

- **Bivariadas**

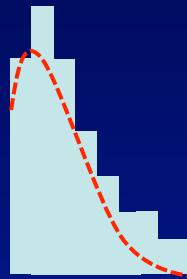
- ✓ Duas variáveis sem dependência clara - ambas sujeitas a erros amostrais.

- **Multivariadas**

- ✓ Mais de uma variável dependente
- ✓ Uma ou mais variáveis preditoras.



3	1	2	3
4	4	5	4
5	3	2	4
6	3	4	1



1	1	2	2
1	2	2	2
5	1	3	4
6	3	2	1

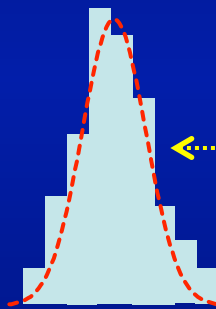


6	1	2	3
5	2	4	4
5	3	2	4
6	3	4	3

transformação

ranqueamento
(postos)

Embaralhamento
reamostragem



3	1	2	3
4	4	5	4
5	3	2	4
6	3	4	1



1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12



5	3	2	4
6	3	4	3
6	1	2	3
5	2	4	4

Paramétrica

Não-paramétrica

**Reamostragem
&
Aleatorização**

Análises

- Paramétricas

- ✓ Requer Distribuição conhecida
- ✓ Requer variâncias homogêneas

- Não-Paramétricas

- ✓ “Distribuição livre”
- ✓ Requer variâncias homogêneas

- Aleatorização

- ✓ “Distribuição livre”
- ✓ Requer variâncias homogêneas

