

# **Métodos de Comparação entre Variáveis Numéricas**

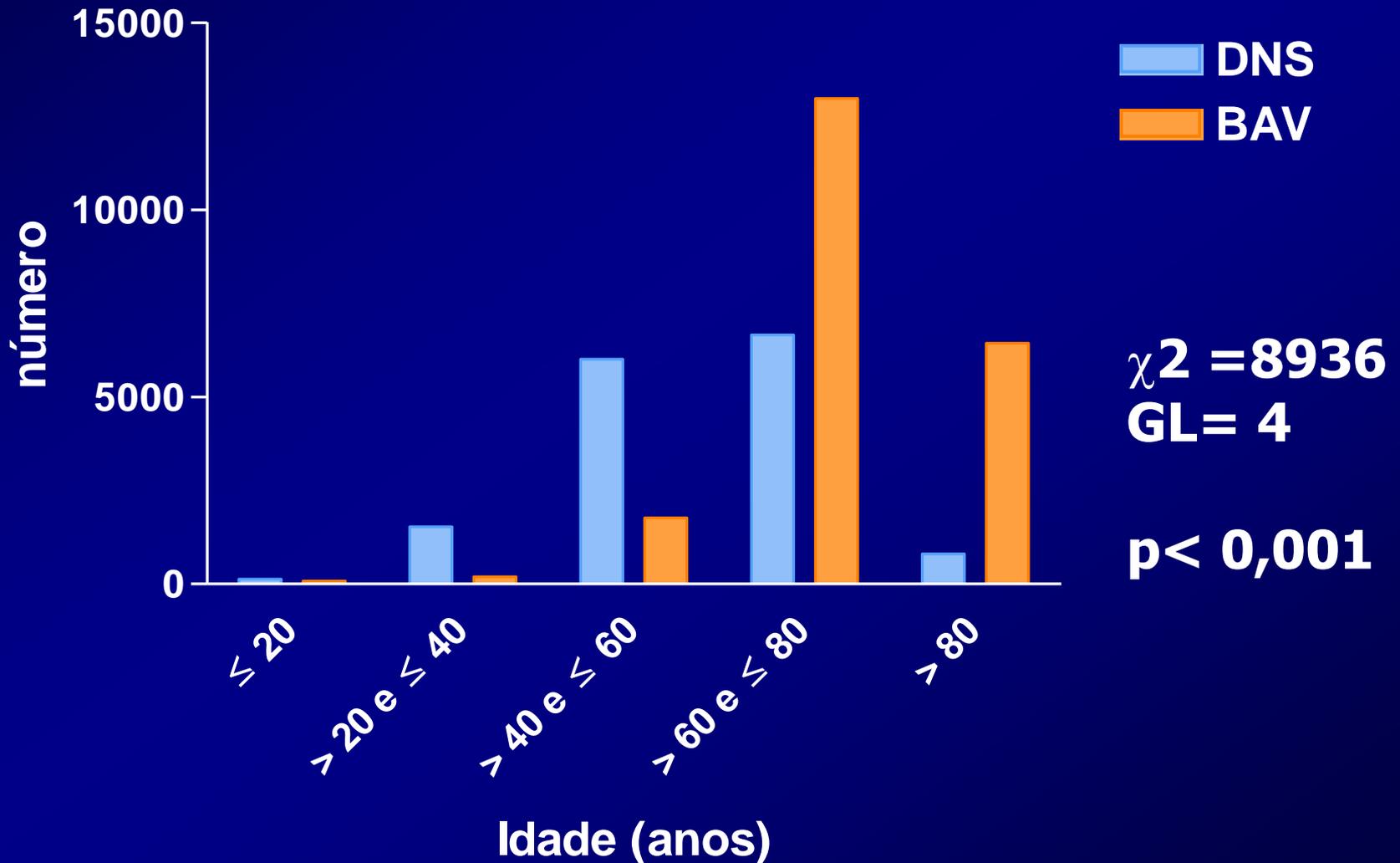
# Apresentação das Variáveis

## ➤ Escalas Numéricas

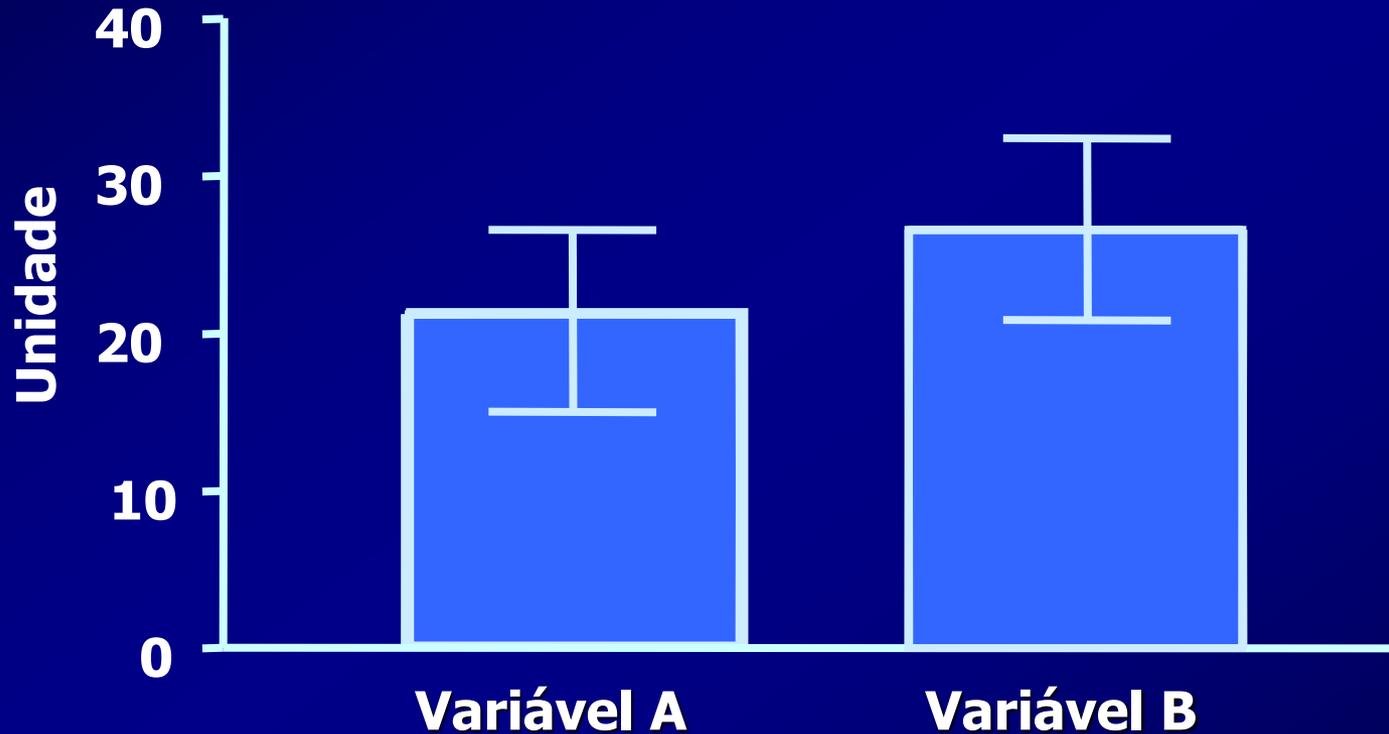
- **Medidas de Tendência Central e de Dispersão**
- **Percentagens ou Proporções**

# Variáveis Numéricas

## Comparação entre Proporções



# Avaliação da Diferença entre Variáveis



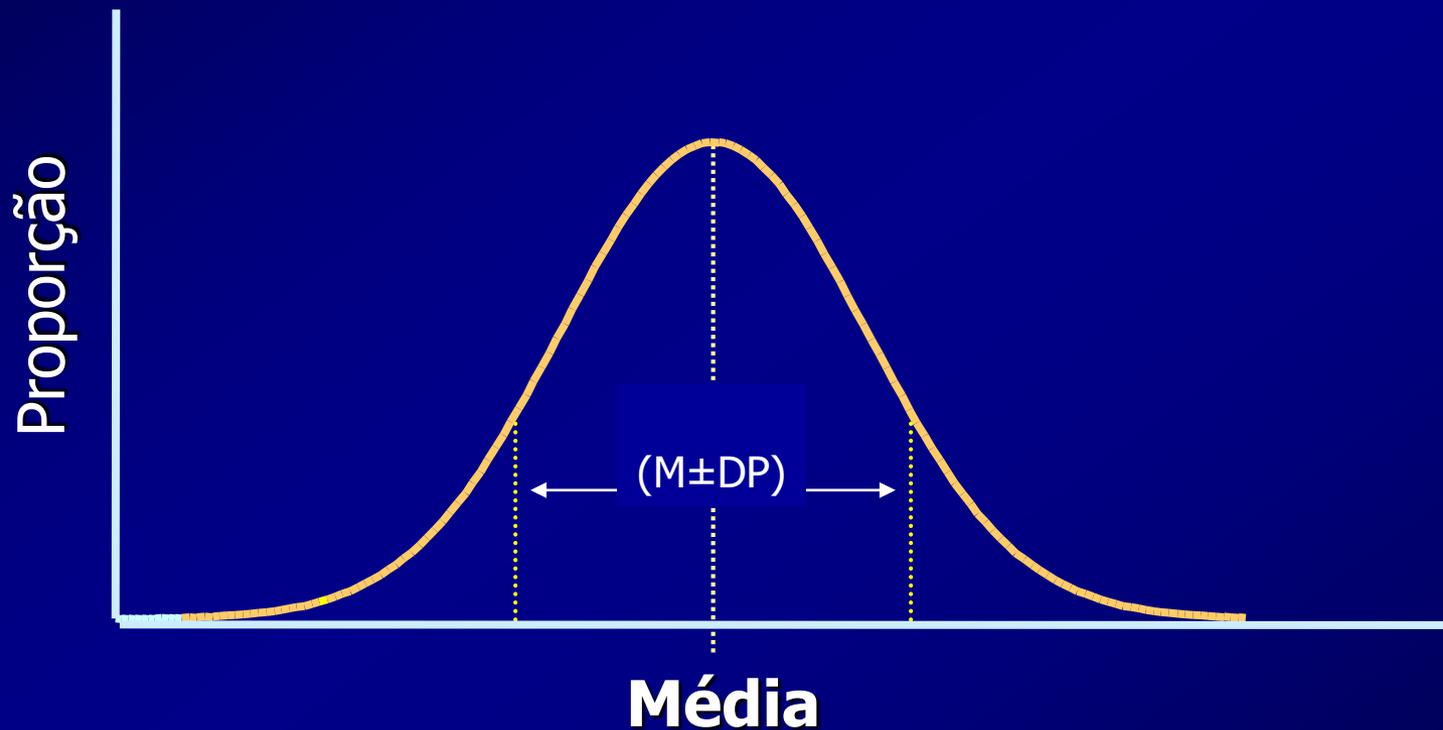
Hipótese:  $A \neq B$

# Comparação entre Variáveis Numéricas

- **Definir o Tipo de Distribuição**
  - **Distribuição Normal (Gaussiana)**
  - **Distribuição Assimétrica**
- **Definir o Número de Amostras**
- **Definir a Relação entre as Amostras**
  - **Pareadas / Medidas Repetidas**
  - **Não Pareadas**

# Variáveis Numéricas (Quantitativas)

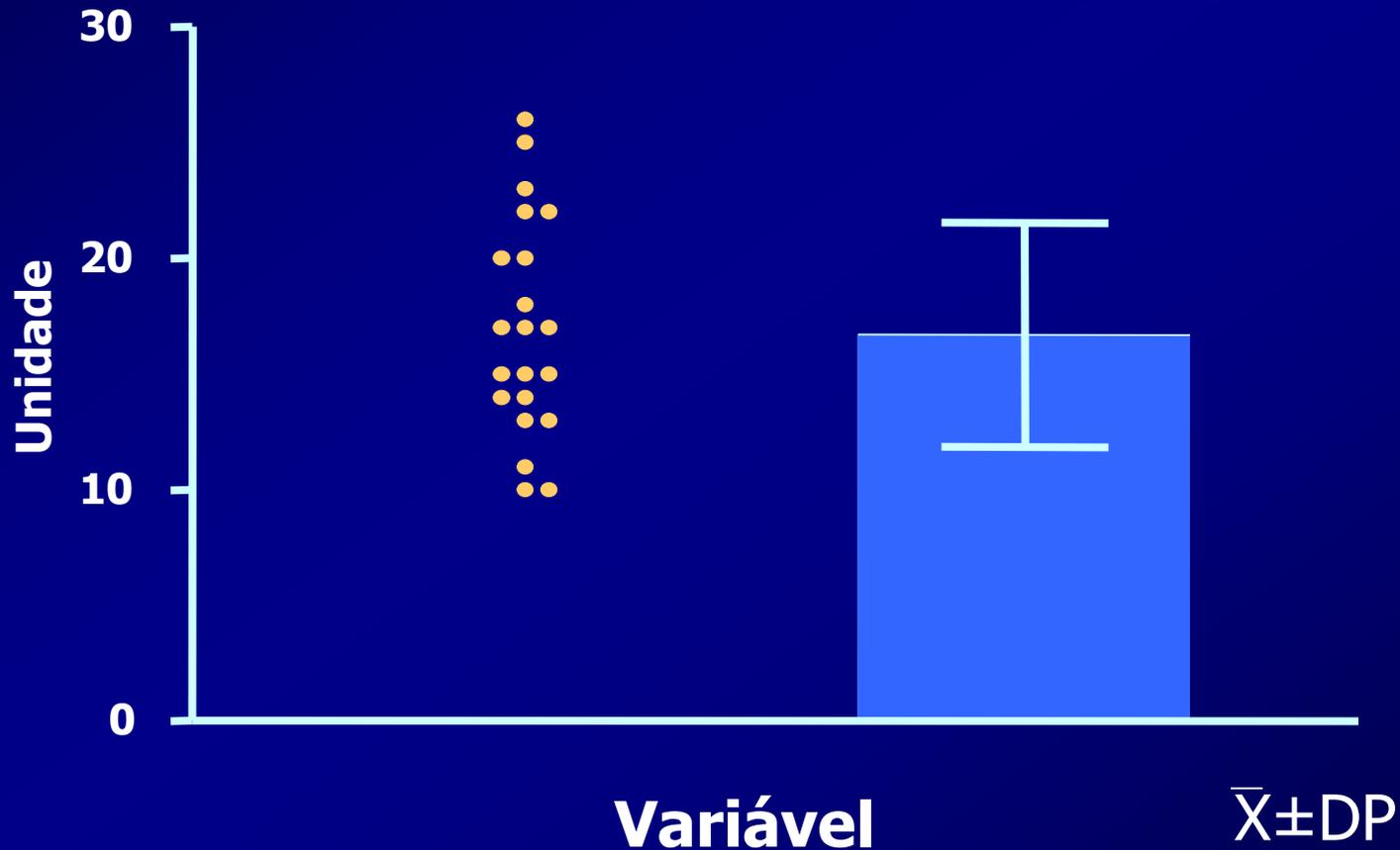
## Tipos de Distribuição



**Distribuição Normal / Gaussiana**

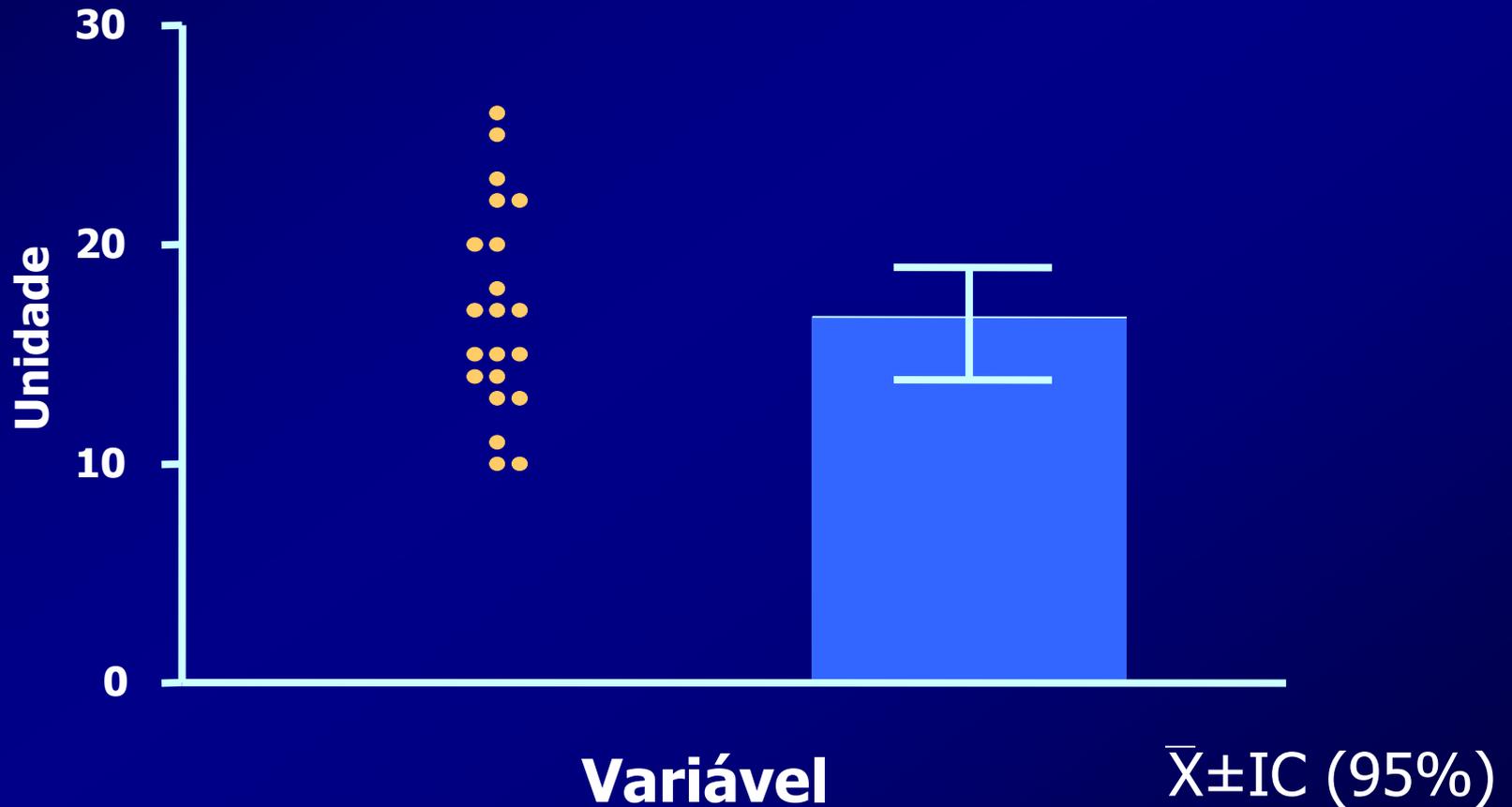
# Variáveis Contínuas

## Distribuição Normal (Gaussiana)



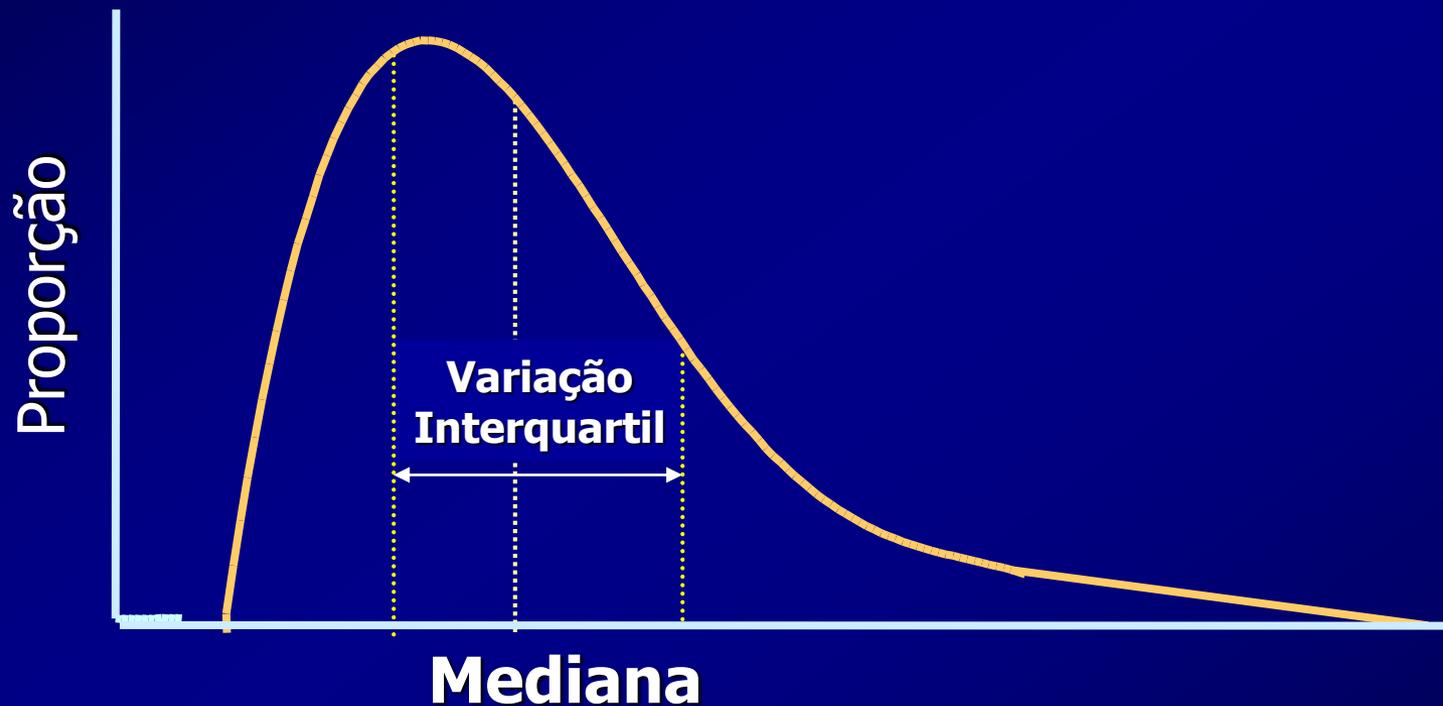
# Variáveis Contínuas

## Distribuição Normal (Gaussiana)



# Variáveis Numéricas (Quantitativas)

## Tipos de Distribuição



**Distribuição Assimétrica**

# Variáveis Contínuas

## Distribuição Assimétrica



# **Variáveis Biológicas**

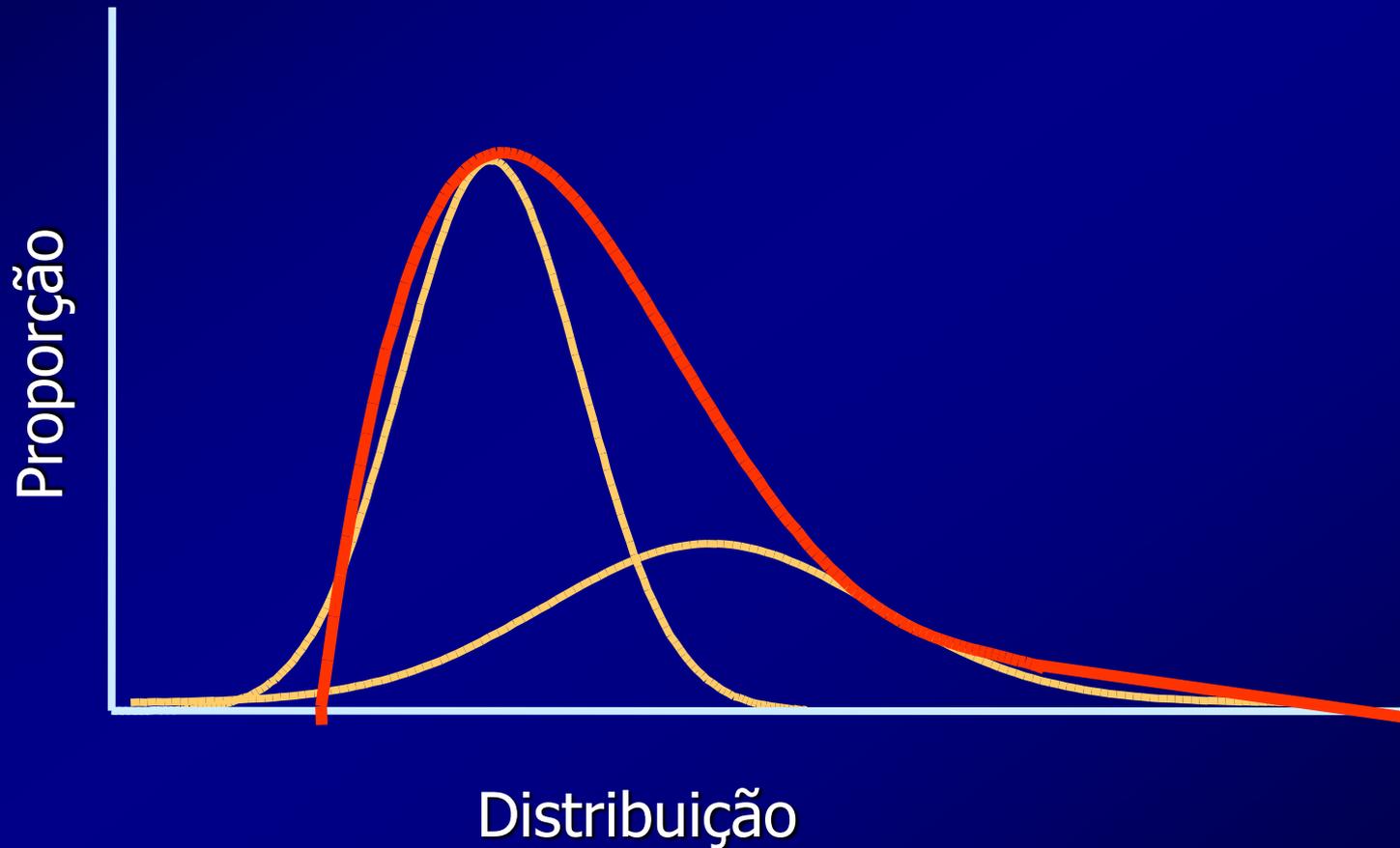
## **Tipos de Distribuição**

➤ **Pode Ser Influenciado por**

- **Número de Observações**
- **Fatores Intervenientes**
- **Medidas / Aferições Parciais**

# Variáveis Biológicas

## Tipos de Distribuição



# Comparação entre Variáveis Numéricas

- **Segundo o Tipo de Distribuição**
  - **Distribuição Normal (Gaussiana)**  
**Testes Paramétricos**
  - **Distribuição Assimétrica**  
**Testes Não Paramétricos**

# Comparação entre Variáveis Numéricas

- **Comparação entre Duas Amostras**
  - **Pareadas**  
**Comparação entre Variáveis Obtidas nos Mesmos Indivíduos, em Situações Diferentes.**

# Comparação entre Variáveis Numéricas

## ➤ Comparação entre Duas Amostras

- Não Pareadas

**Comparação entre Variáveis Obtidas de Maneira Independente (Grupos Diferentes)**

# Comparação entre Variáveis Numéricas

## ➤ Comparação entre Duas Amostras Pareadas

### Vantagens:

- Controle de Vieses de Seleção
- Controle de Vieses de Medida
- Controle de Vieses Intervenientes

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

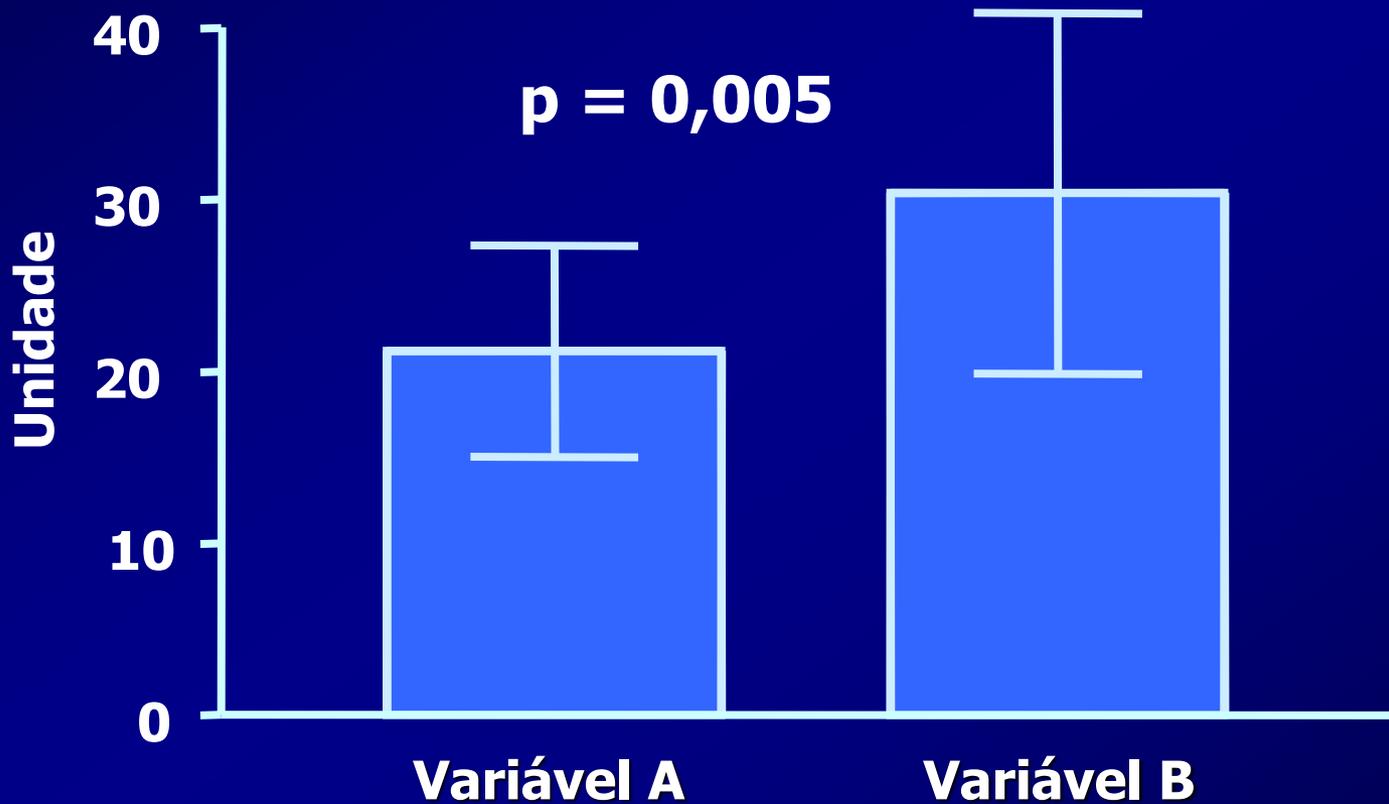
## ➤ Distribuição Normal

### Fatores Considerados:

- Diferença entre as Médias
- Grau de Dispersão da Diferença
  - Grau de Dispersão das Amostras
  - Número de Observações

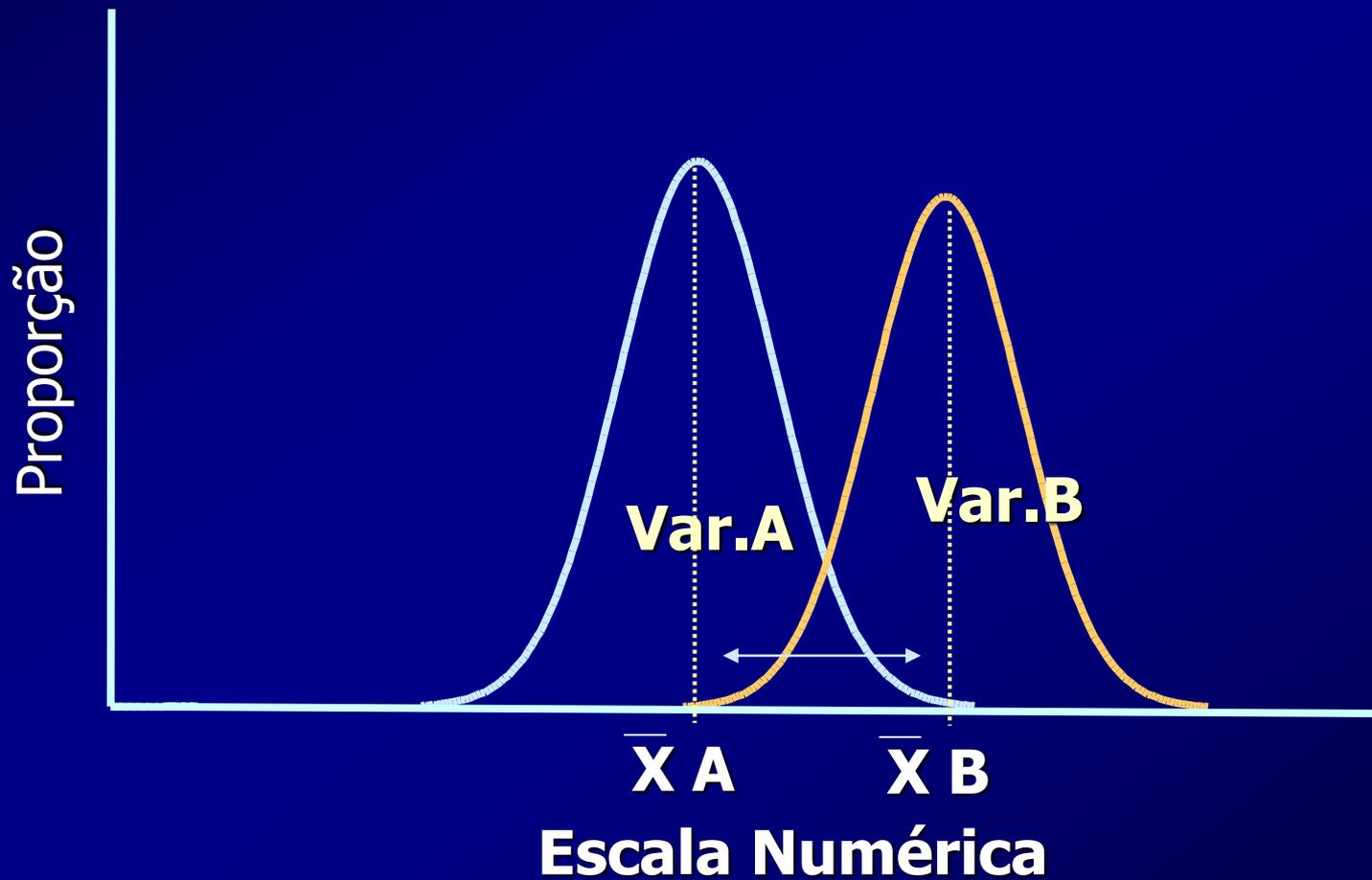
# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

## Testes Paramétricos



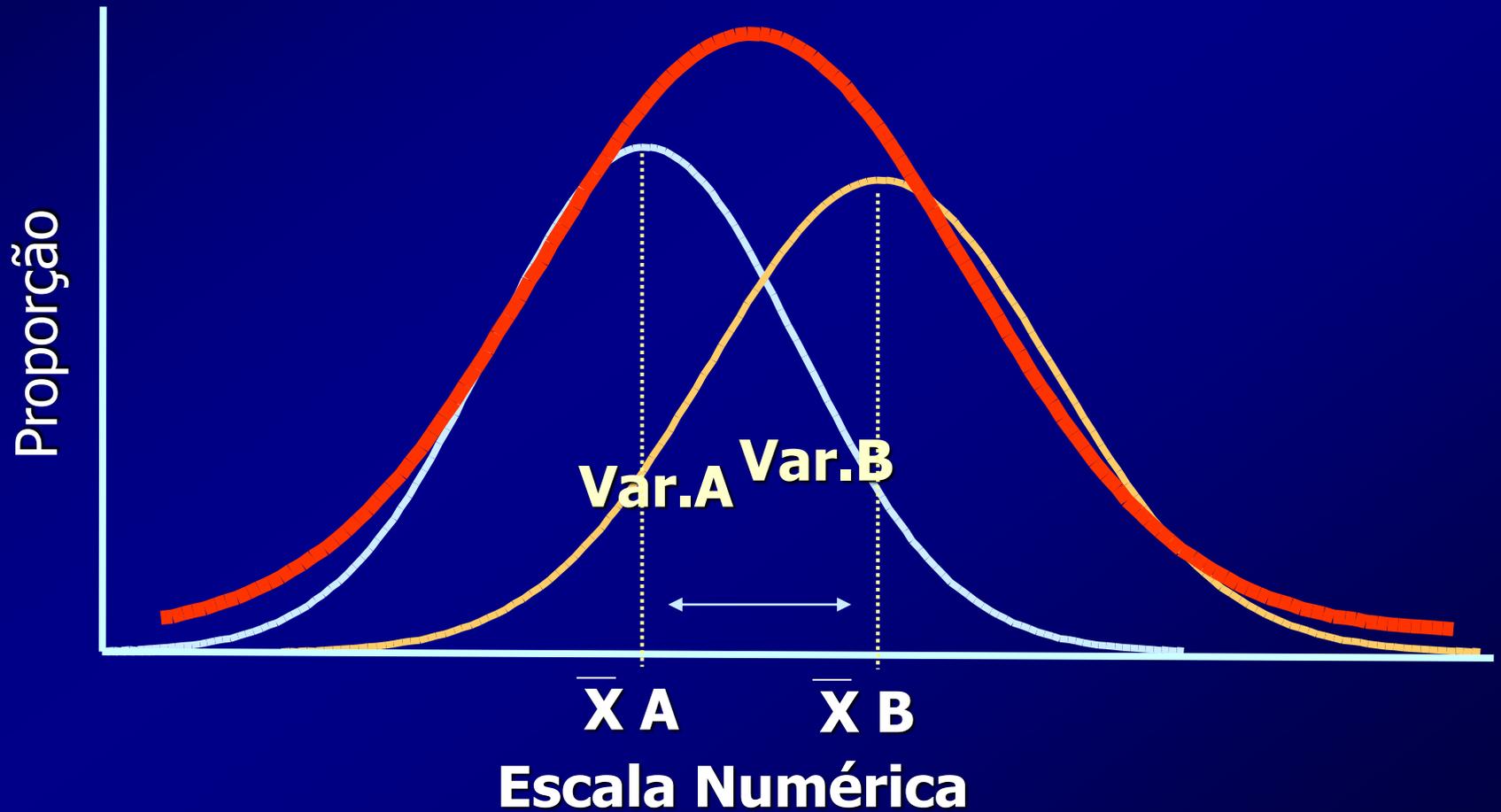
# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

## Distribuição Normal



# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

## Distribuição Normal



# Variáveis Numéricas (Quantitativas)

## Medidas de Dispersão da Média

### ➤ Desvio Padrão da Média (Erro-Padrão)

$$DP / \sqrt{n}$$

### ➤ Intervalo de Confiança (95%)

$$2 . DP / \sqrt{n}$$

# Variáveis Numéricas (Quantitativas)

## Medidas de Dispersão da Média

$-1EP$   $+1EP$



➔ 68%

$-2EP$   $+2EP$



➔ 95%

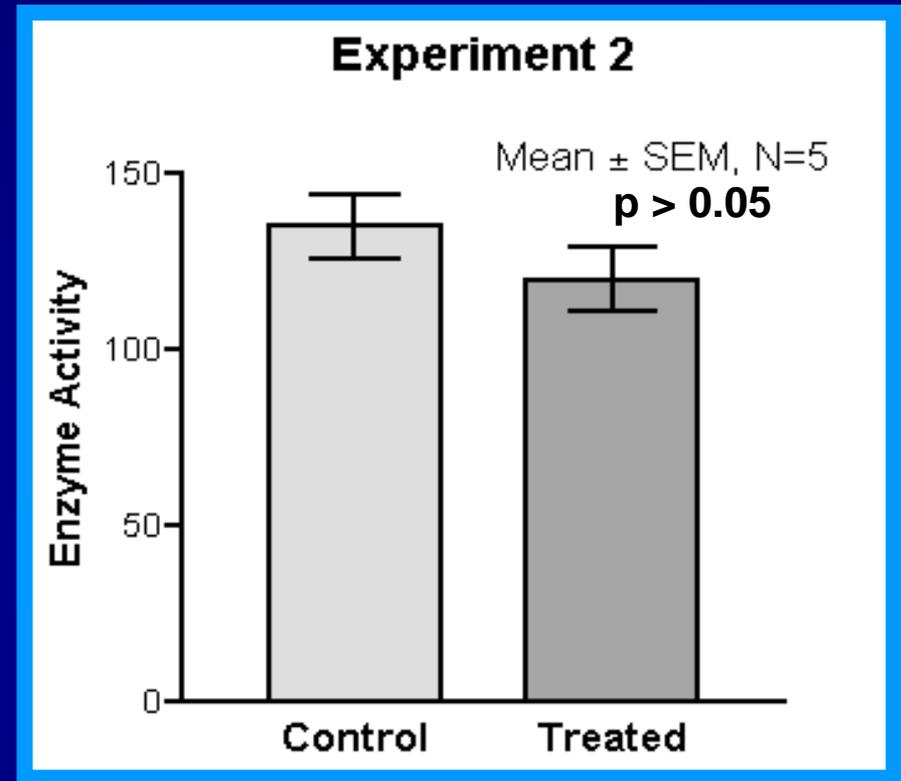
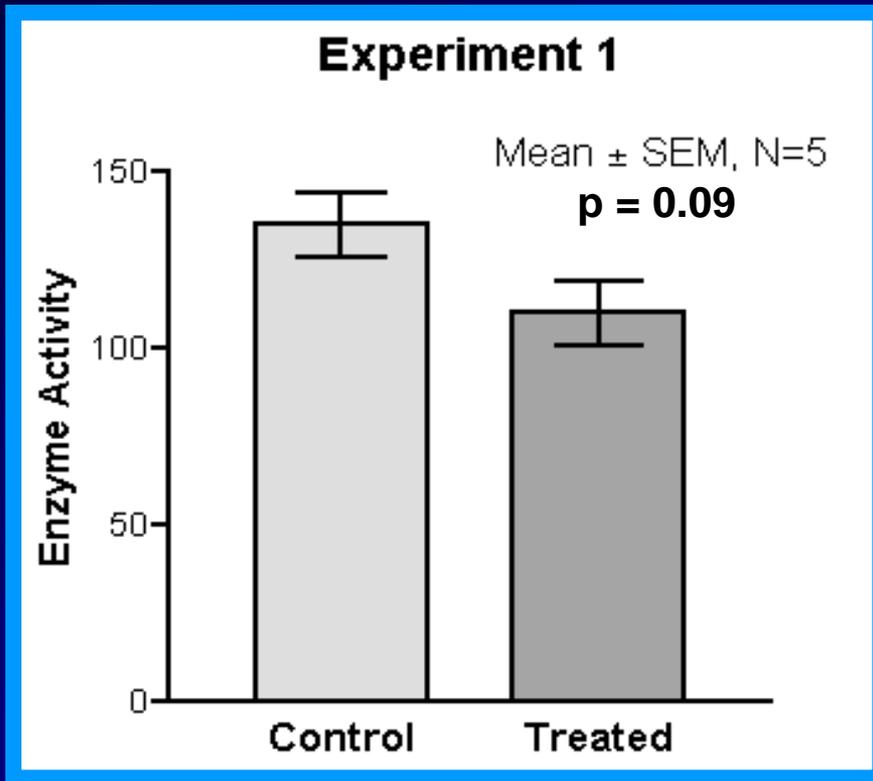
$-3EP$   $+3EP$



➔ 99%

Distribuição Normal / Gaussiana

# BARRA DE ERROS E SIGNIFICAÇÃO ESTATÍSTICA



**Barras de erros não se sobrepõem**

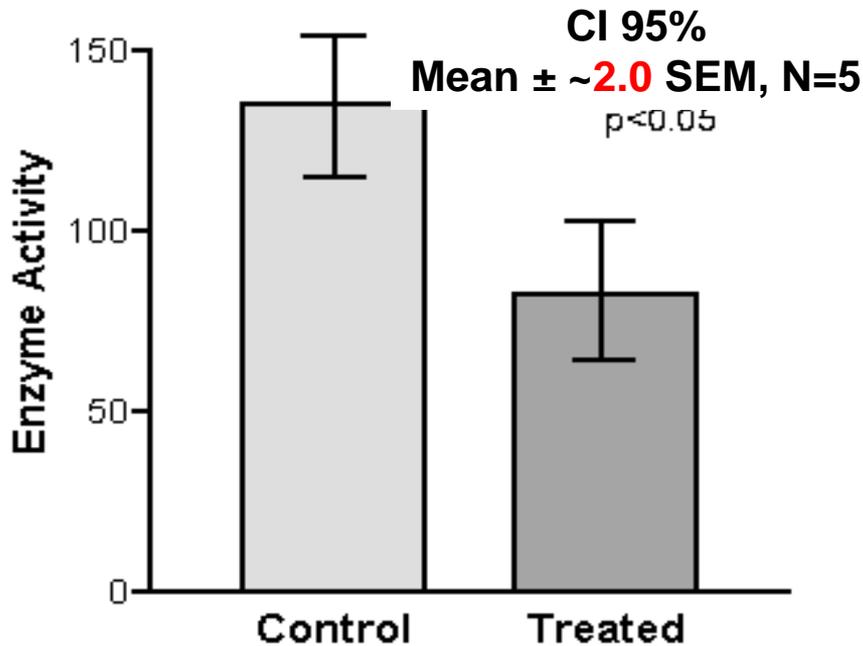
- diferença das médias ou proporções pode ser ou não significativa

**Barras de erros se sobrepõem**

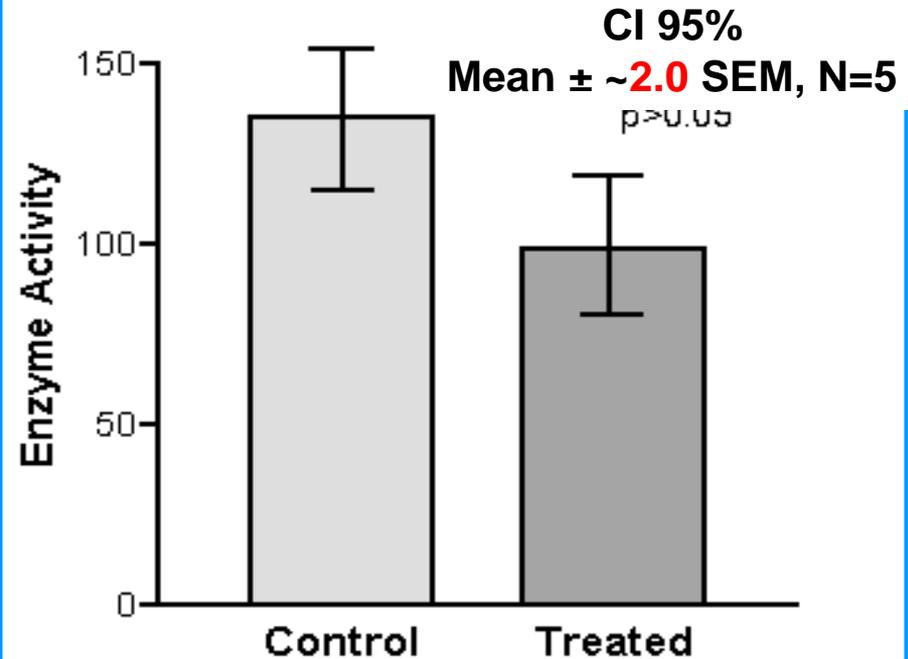
- diferença das médias ou proporções, com certeza, não é significativa

# BARRA DE ERROS E SIGNIFICAÇÃO ESTATÍSTICA

## Experiment 1



## Experiment 2



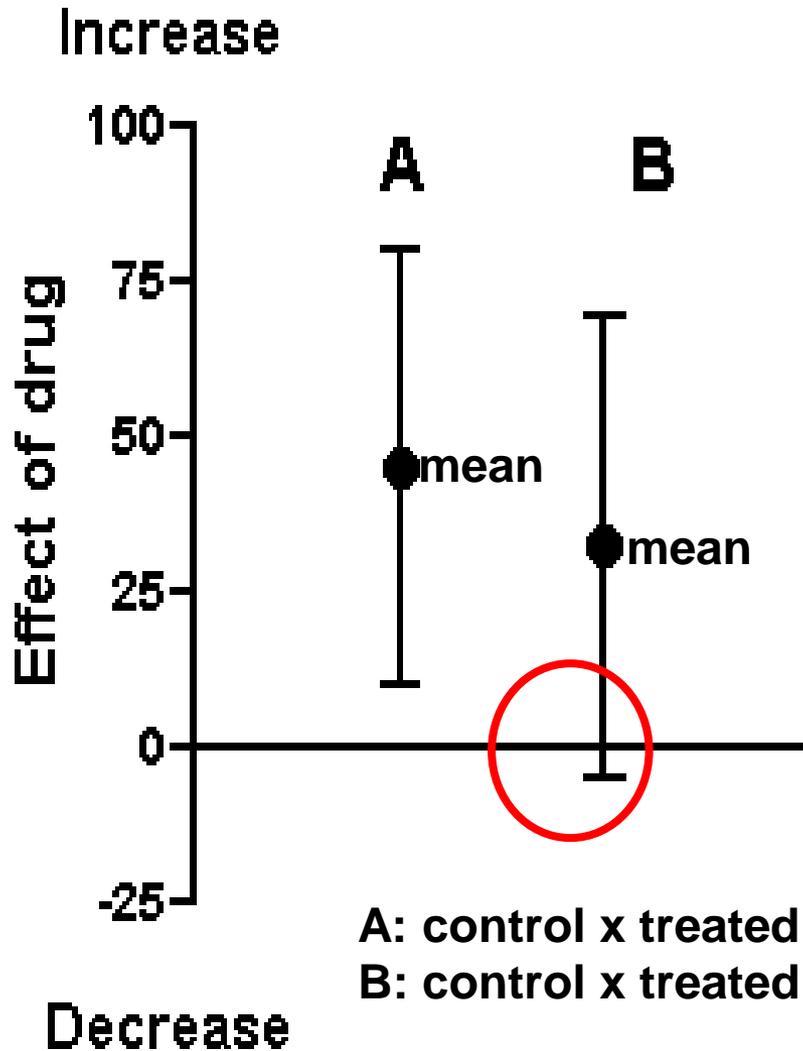
**Barras de erros (CI 95%)  
não se sobrepassam**

- diferença das médias ou proporções é, com certeza, significativa

**Barras de erros (CI 95%) se sobrepassam**

- diferença das médias ou proporções pode ser ou não significativa

# BARRA DE ERROS E SIGNIFICAÇÃO ESTATÍSTICA



## Diferença entre as Médias dos Grupos A e B

As barras representam IC 95% (2 EP).

- GRUPO A: a diferença entre as duas médias **NÃO** inclui o “zero” e, portanto,  $p < 0,05$  → estatisticamente significativa
- GRUPO B: a diferença entre as duas médias **INCLUI** o “zero” e, portanto,  $p > 0,05$  → estatisticamente **NÃO** significativa

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

## ➤ Distribuição Normal

$$H_0 : \mu = \mu_0$$

Valor Estatístico de  $t$ :

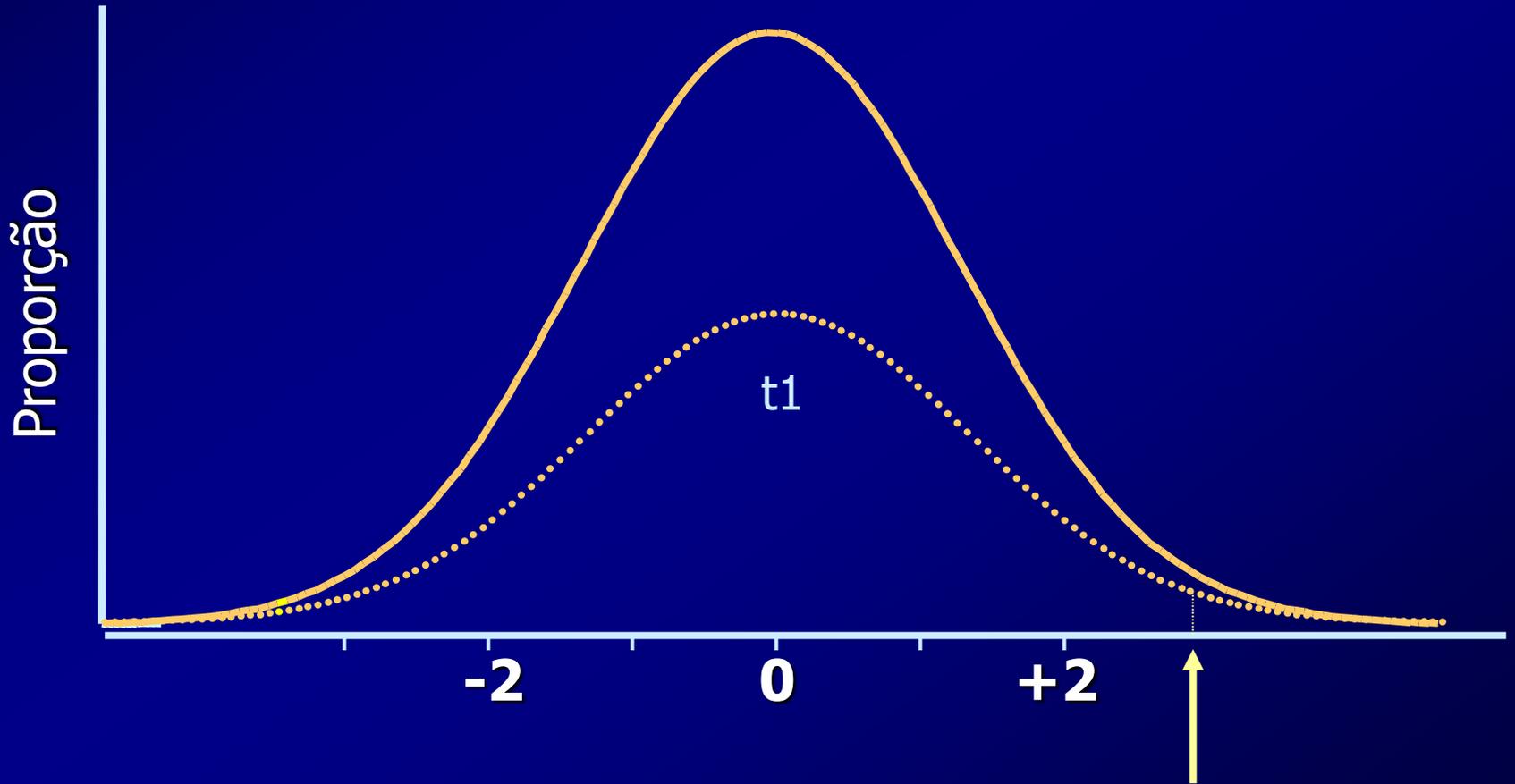
$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{SD / \sqrt{n}}$$

Diferença Observada  
Erro padrão da média

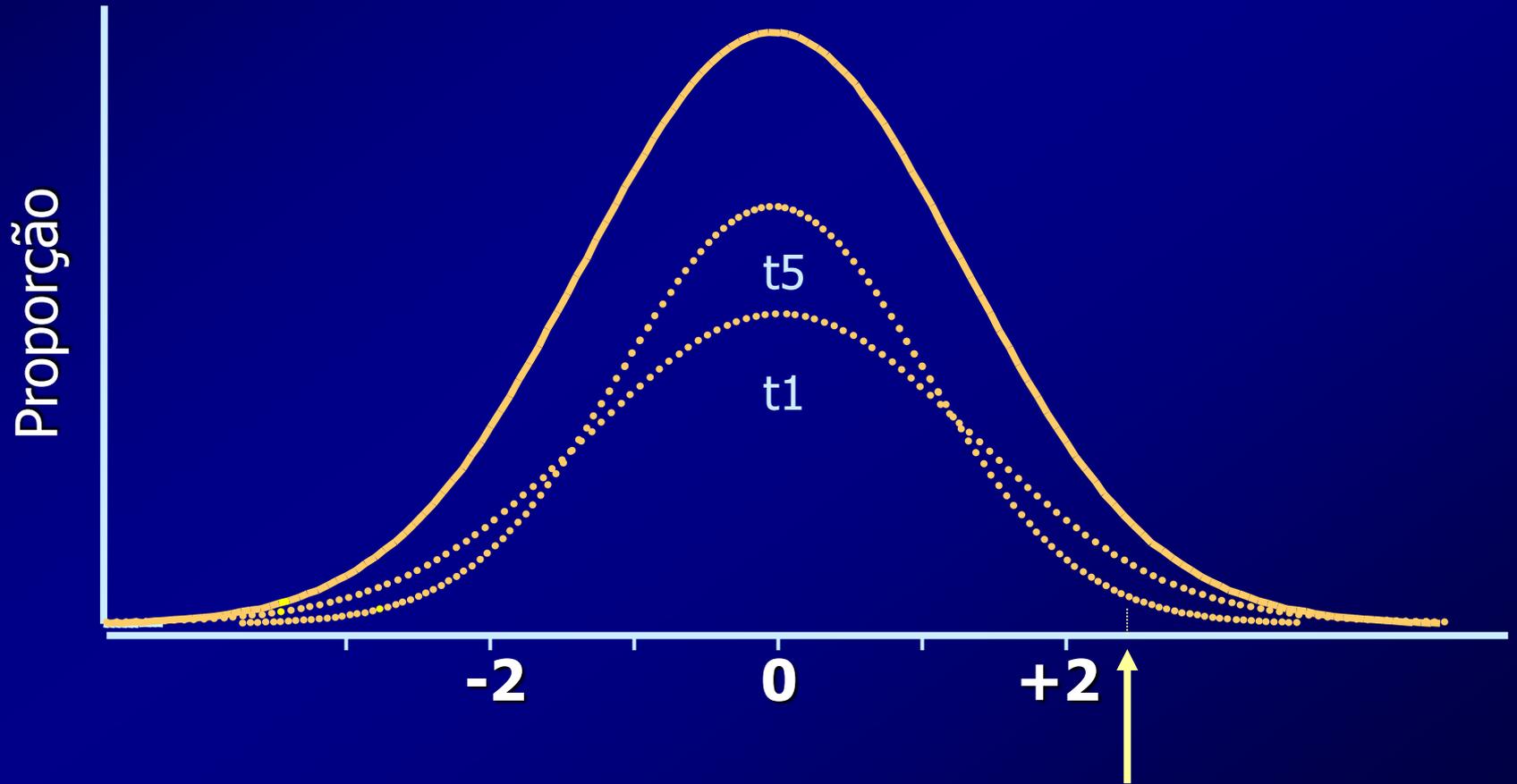
# Distribuição *t* de Student

Degrees of Freedom	Area in 1 Tail			
	0.05	0.025	0.01	0.005
	Area in 2 Tails			
	0.10	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.725	2.086	2.528	2.845

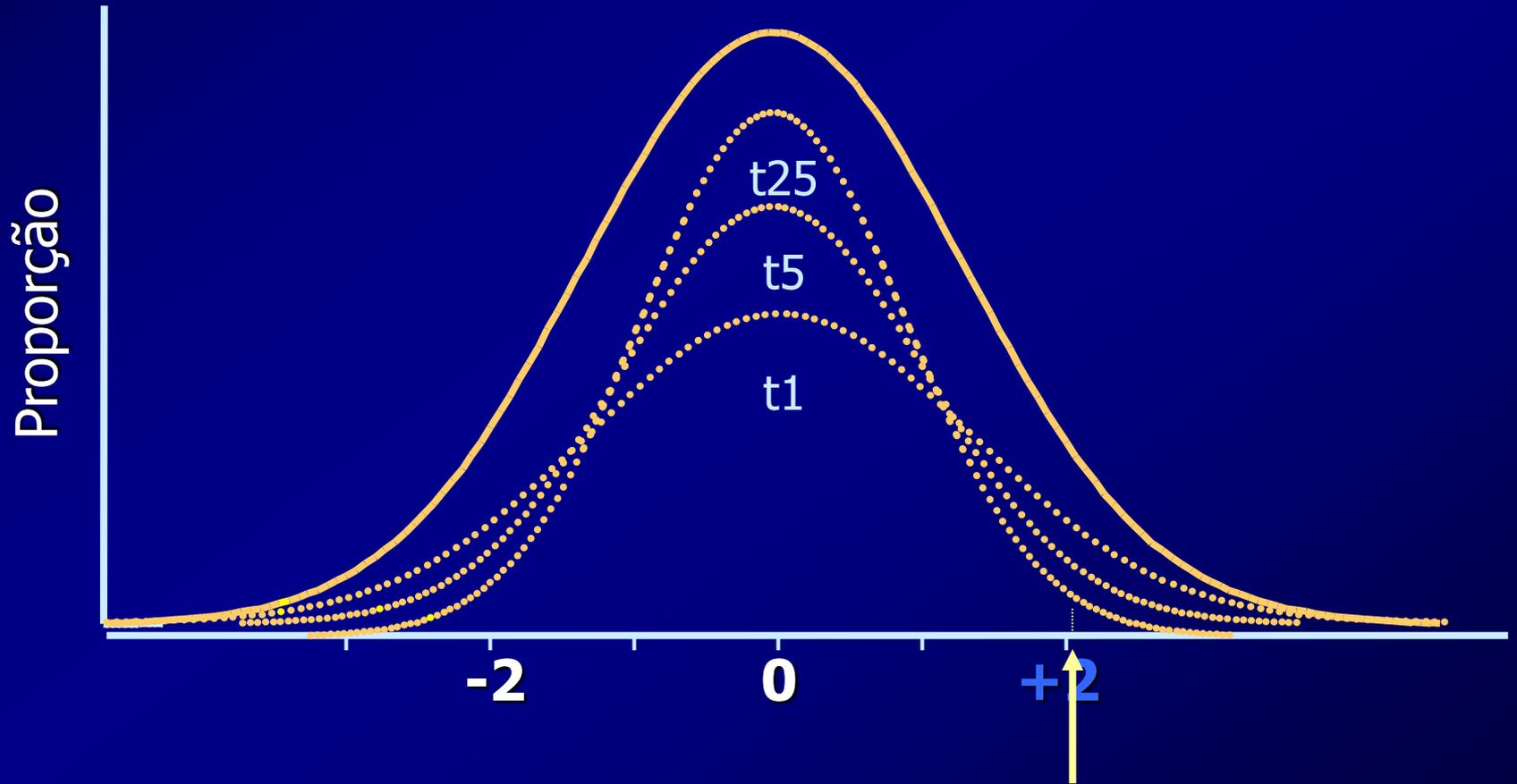
# Distribuição $t$ de Student



# Distribuição $t$ de Student



# Distribuição $t$ de Student



# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

## ➤ Diferença entre Proporções

- Bidirecional

$$H_0 : \bar{x} = \bar{y}$$

$$H_1 : \bar{x} \neq \bar{y}$$

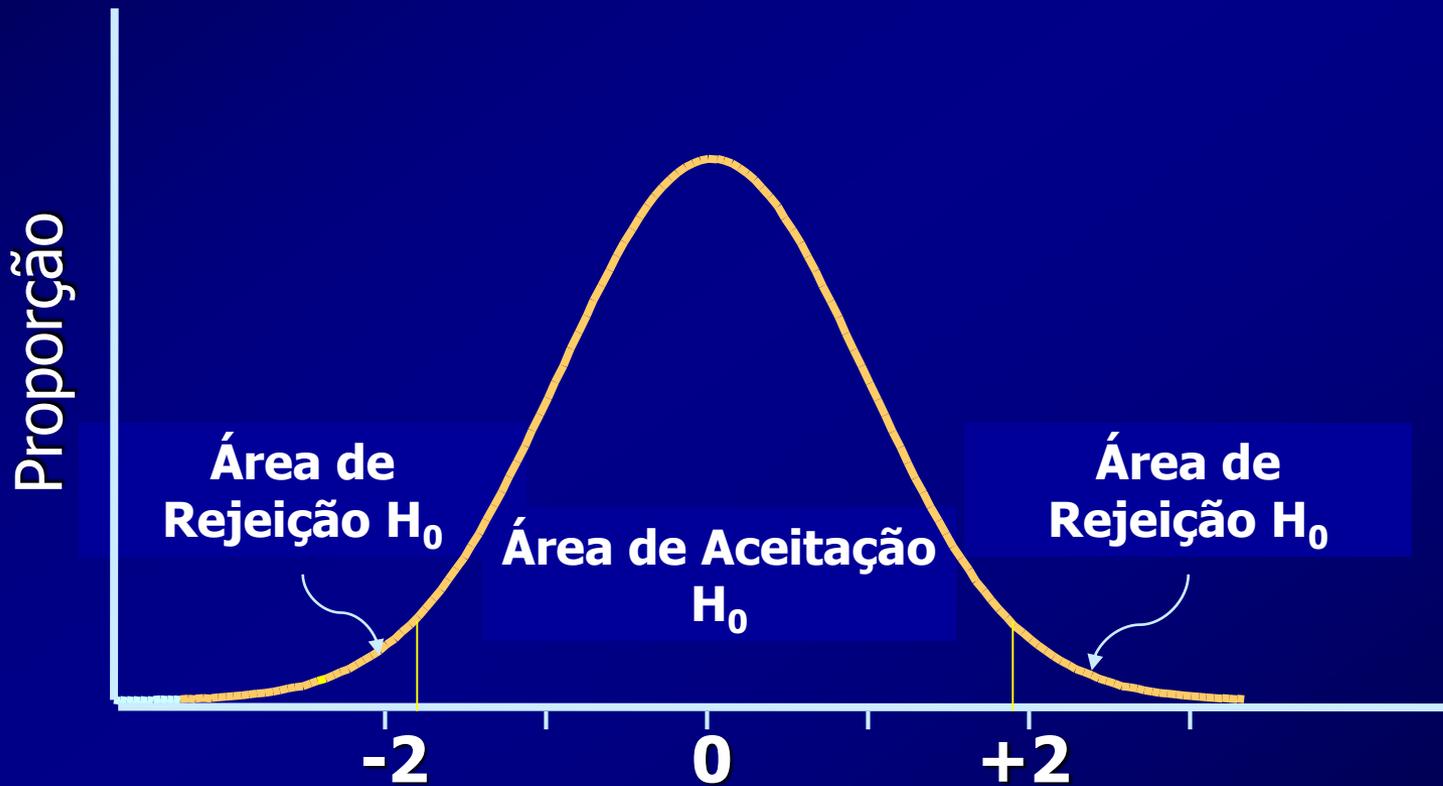
- Unidirecional

$$H_0 : \bar{x} = \bar{y}$$

$$H_1 : \bar{x} > \text{ou} < \bar{y}$$

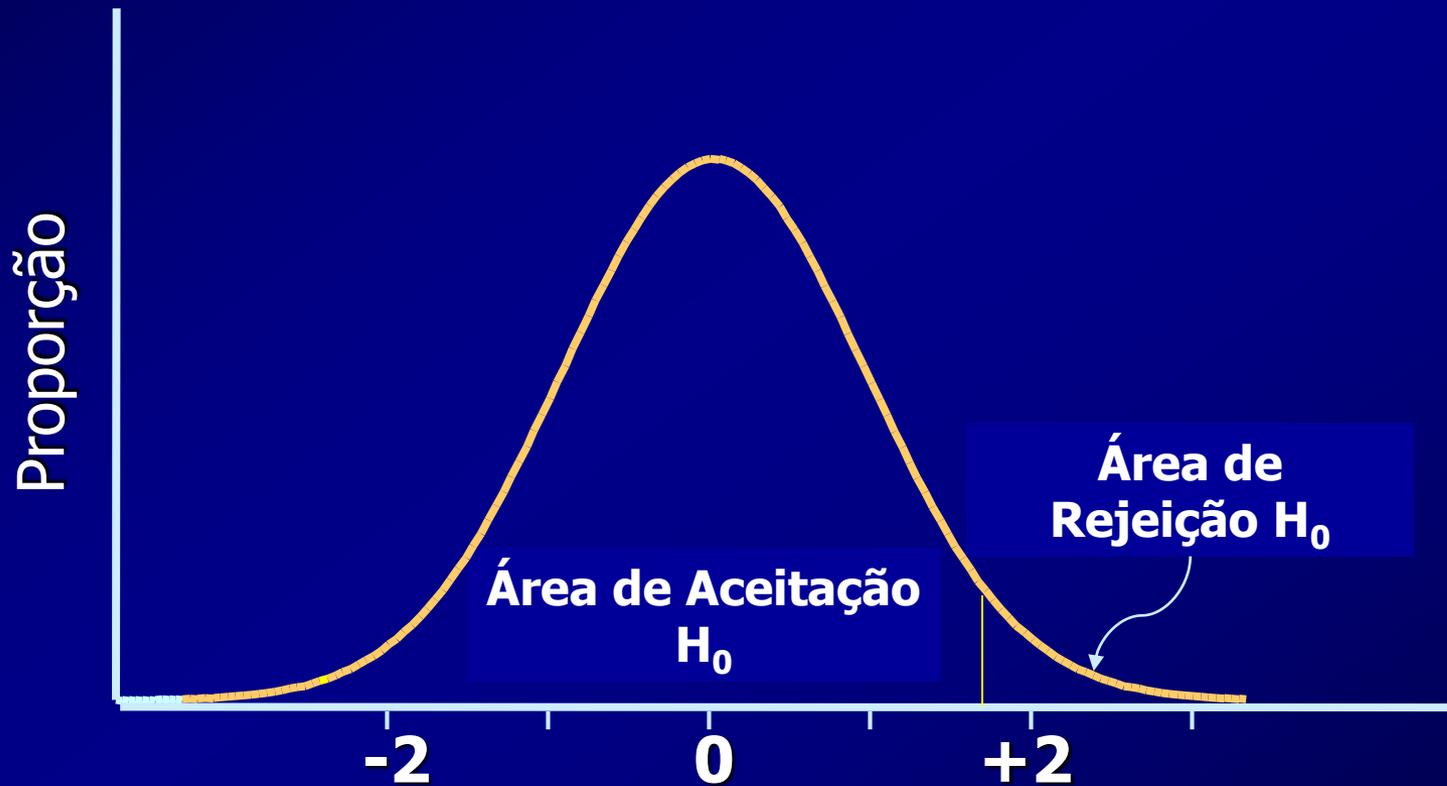
# Análise Estatística

## Teste Bidirecional



# Análise Estatística

## Teste Unidirecional



# Comparação entre Variáveis Numéricas

## ➤ Distribuição Normal

- Comparação de Dois Grupos

- Pareados

- Teste  $t$  de Student para Valores Pareados

- Não Pareados

- Teste  $t$  de Student para Valores Não Pareados

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

## ➤ Distribuição Normal

- Valores Paredos

Valor Estatístico de  $t$ :

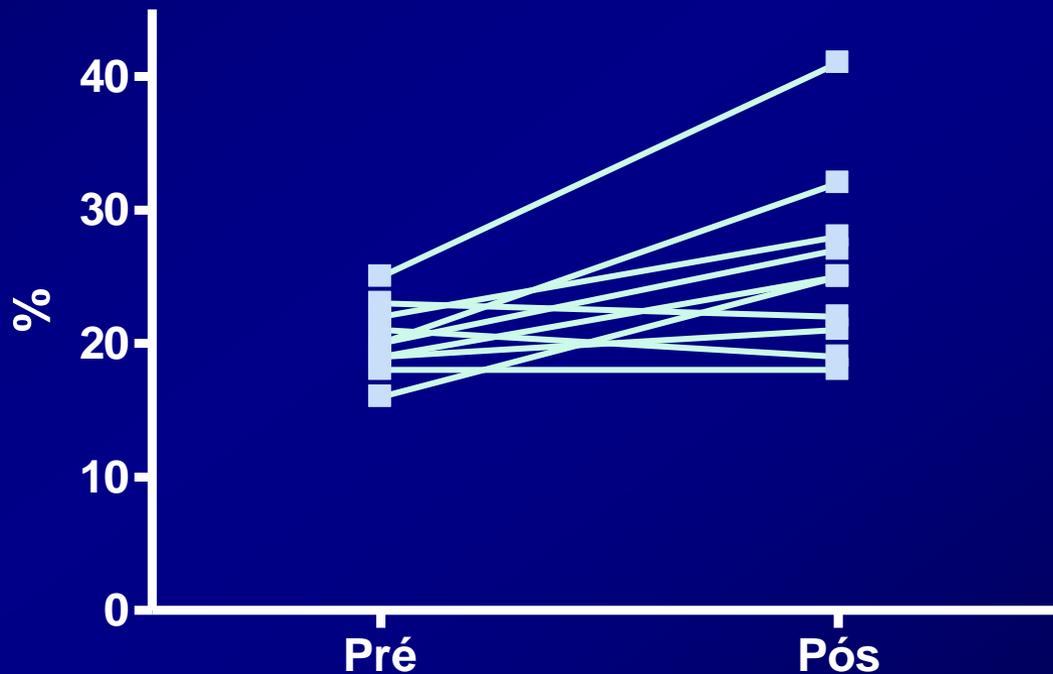
$$t = \frac{\bar{d}}{DP_d / \sqrt{n}}$$

$$GL = n - 1$$

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

- **Distribuição Normal**
  - **Valores Pareados**

Fração de Ejeção VE



# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

- **Distribuição Normal**
  - **Valores Pareados**

Paciente	Pré	Pós	Diferença
01	25	41	16
02	19	25	6
03	16	25	9
04	20	27	7
05	18	18	0
06	21	19	-2
07	19	21	2
08	23	22	-1
09	22	28	6
10	20	32	12

**Média D = 5,5**  
**(IC95% 1,3 – 9,7)**

**DP D = 5,854**  
**EP D = 1,849**

**t = 2,971**  
**GL = 9**

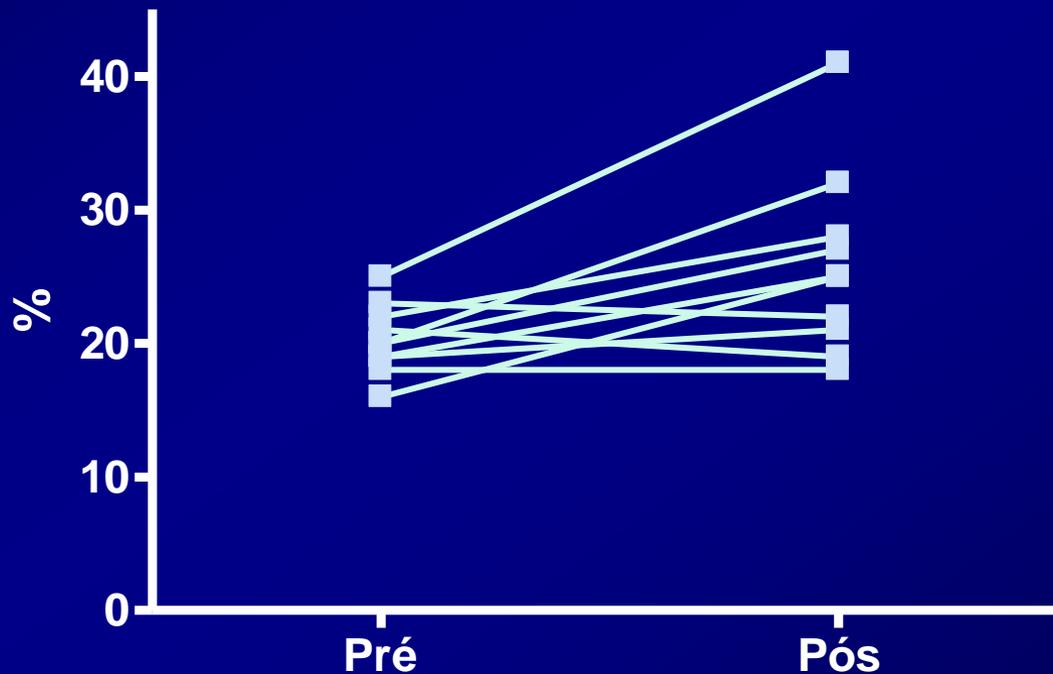
# Distribuição *t* de Student

Degrees of Freedom	Area in 1 Tail			
	0.05	0.025	0.01	0.005
	Area in 2 Tails			
	0.10	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.725	2.086	2.528	2.845

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

- **Distribuição Normal**
  - **Valores Pareados**

Fração de Ejeção VE



**t = 2,971**

**GL = 9**

**p = 0,015**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

## ➤ Distribuição Normal

- Valores Não Pareados

Valor Estatístico de  $t$ :

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

$S_p^2$  – Desvio padrão ponderado

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

## ➤ Distribuição Normal

- Valores Pareados

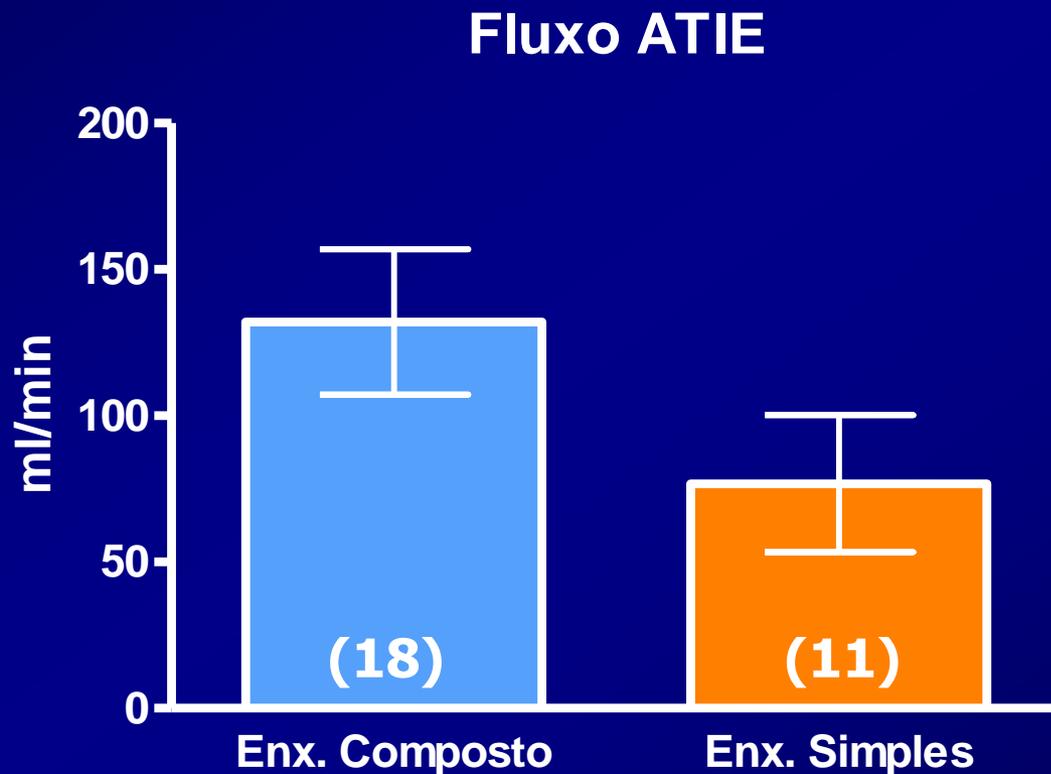
$$GL = n - 1$$

- Valores Não Pareados

$$GL = n_1 + n_2 - 2$$

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

- **Distribuição Normal**
  - **Valores Não Pareados**



**Dif. Médias = 55,3**  
**(IC95% 20,1 – 90,5)**

**t = 3,223**

**GL = 27**

**p = 0,0034 (bi)**

**p = 0,0017 (uni)**

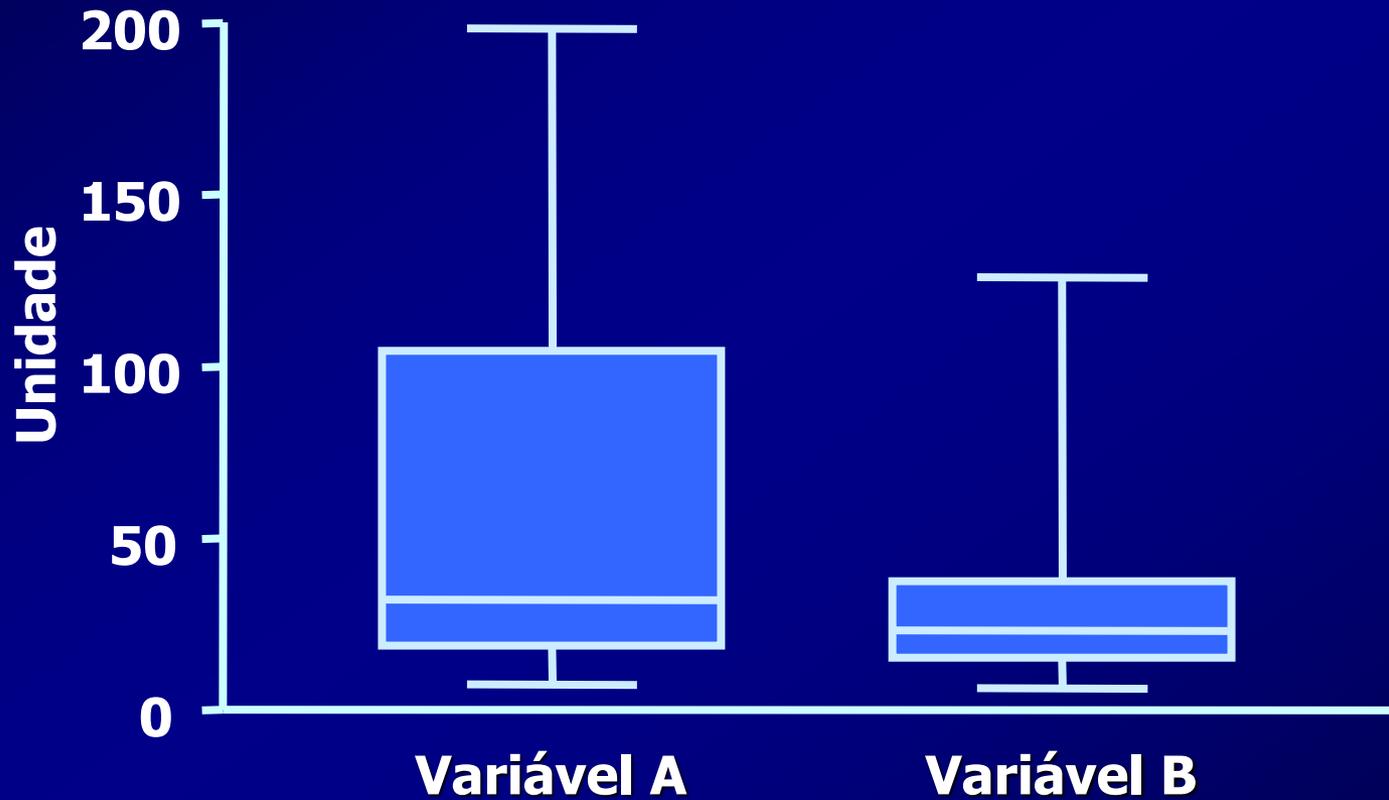
M ± IC95%

# Comparação entre Variáveis Numéricas

- **Segundo o Tipo de Distribuição**
  - **Distribuição Normal (Gaussiana)**  
**Testes Paramétricos**
  - **Distribuição Assimétrica**  
**Testes Não Paramétricos**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

## Testes Não Paramétricos



# Comparação entre Variáveis Numéricas

## ➤ Distribuição Assimétrica

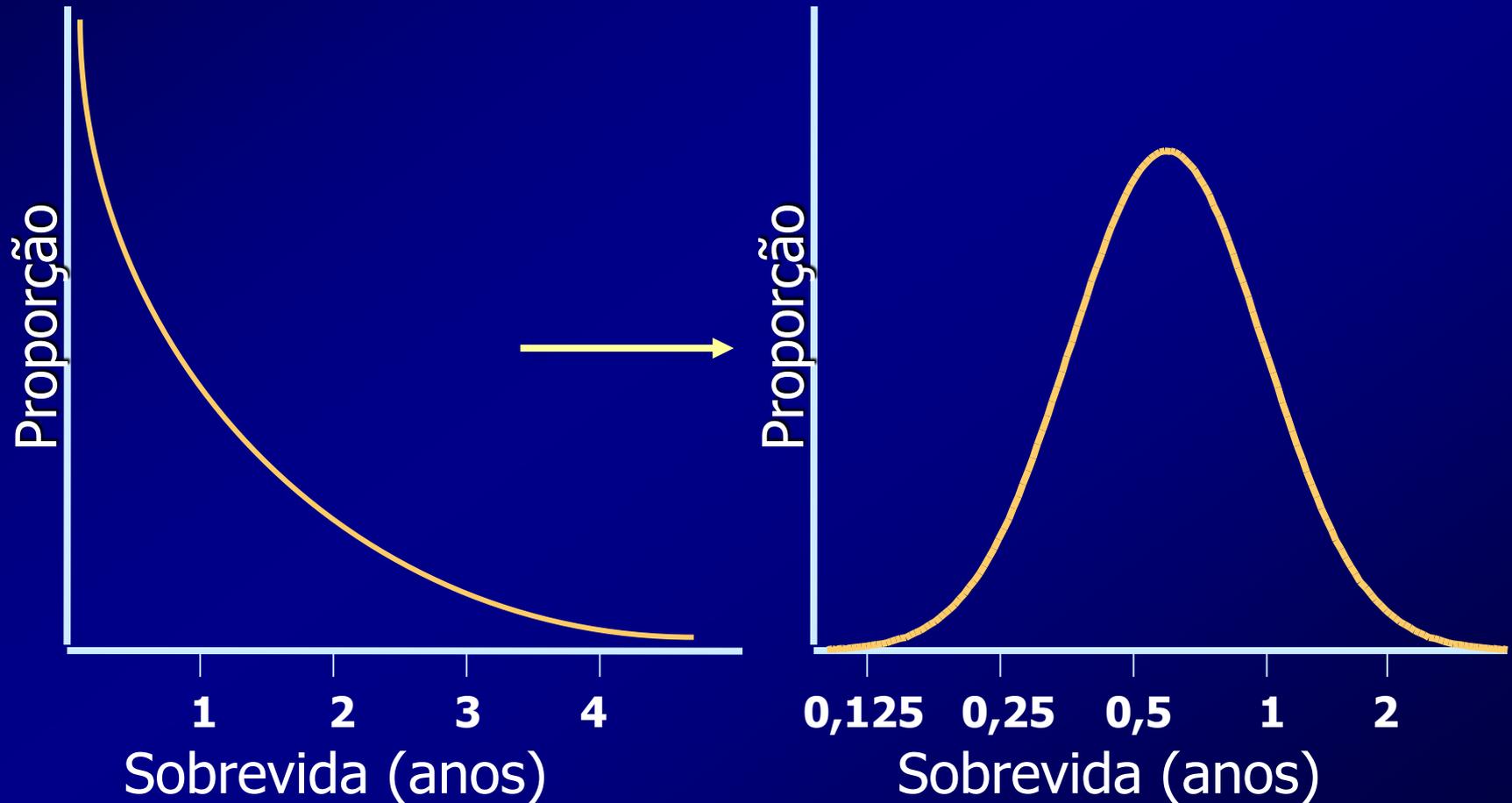
- Transformação de Variáveis
- Testes não Paramétricos

# Comparação entre Variáveis Numéricas

- **Distribuição Assimétrica**
  - **Transformação de Variáveis**
    - **Logarítmica**
    - **Quadrática (Raiz quadrada)**
    - **Escores (Ranks)**

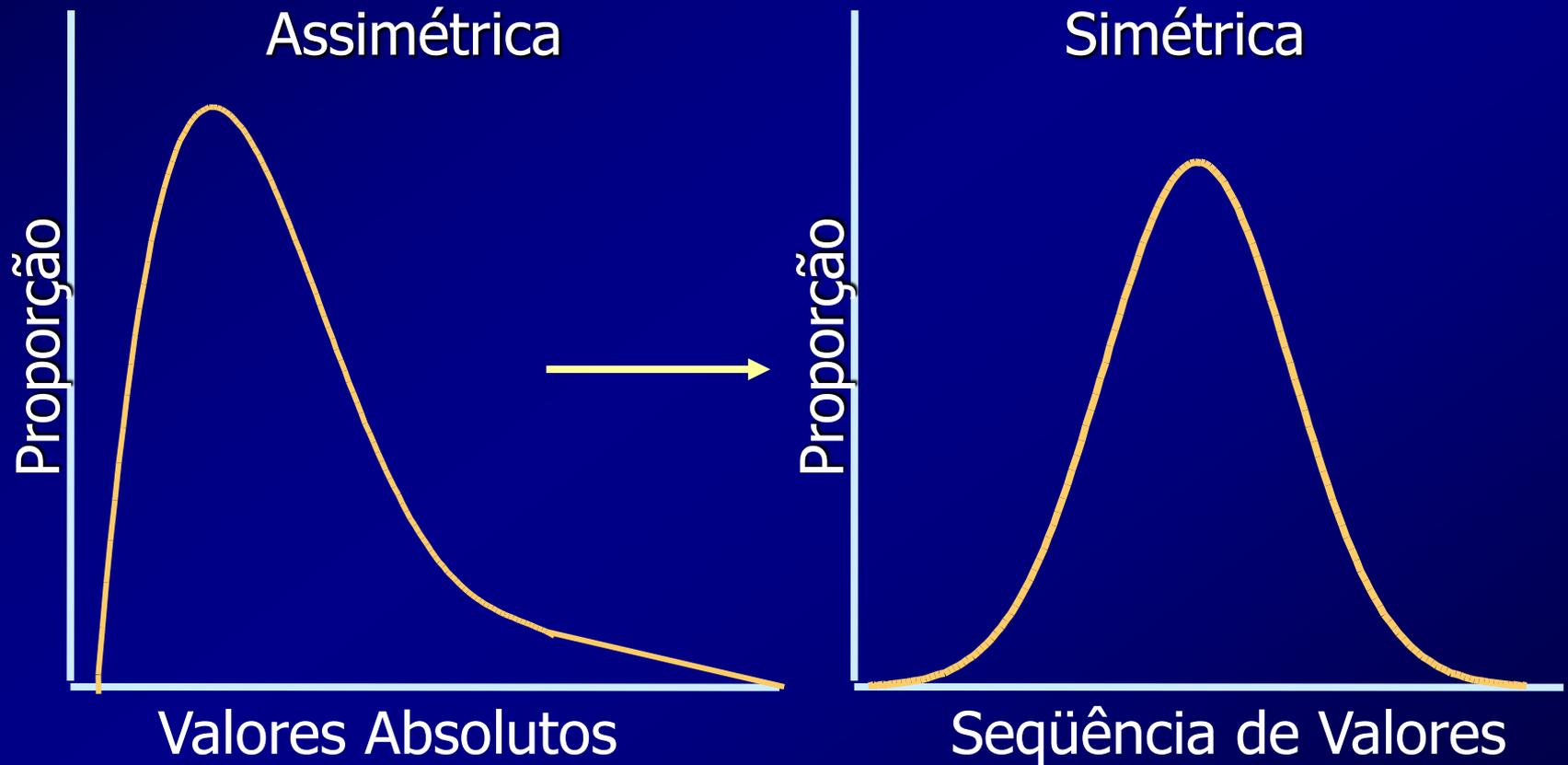
# Comparação entre Variáveis Numéricas

## Transformação Logarítmica



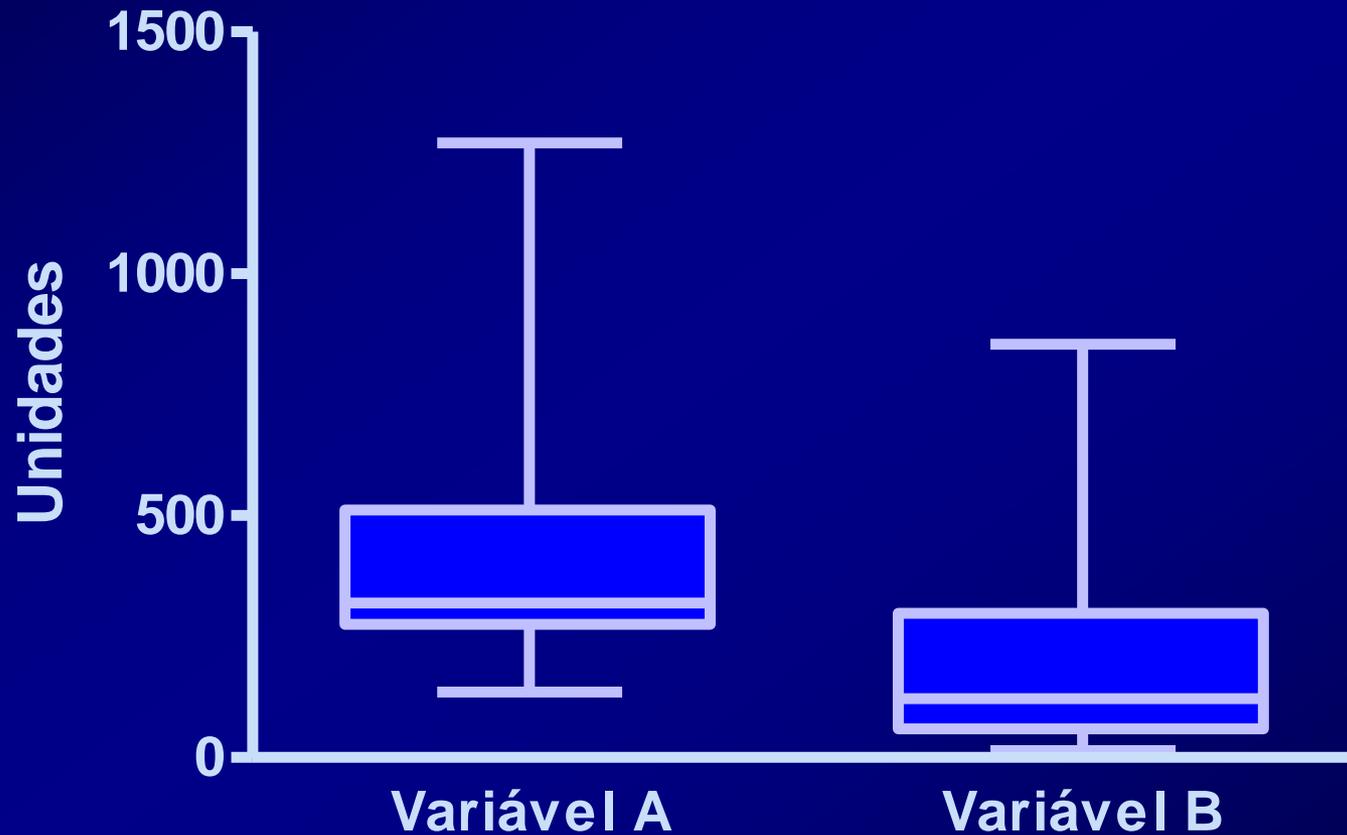
# Comparação entre Variáveis Numéricas

## Transformação em Escores



# Comparação entre Variáveis

## Testes Não Paramétricos



# Comparação entre Variáveis

## Testes Não Paramétricos



# Comparação entre Variáveis Numéricas

## ➤ Testes Não Paramétricos

- Transformação das Observações em Escores (Ranks) Progressivos
- Cálculo das Médias e Desvios-Padrão dos Escores (Ranks)

# Comparação entre Variáveis Numéricas

## ➤ Distribuição Assimétrica

- Comparação de Duas Variáveis

- Pareadas

- Teste de Wilcoxon (Signed-Ranks)

- Não Pareadas

- Teste de Mann-Whitney

- (Wilcoxon Rank-Sum Test)

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

## ➤ Distribuição Assimétrica

- **Pareada -Teste de Wilcoxon (Signed-Ranks)**
  - Determinação das Diferenças Individuais
  - Transformação em Valores Absolutos
  - Definição da Ordem Seqüencial dos Valores Absolutos
  - Atribuição dos Índices das Diferenças Individuais aos Números da Ordem Seqüencial
  - Cálculo da Média e Desvio-Padrão dos Valores da Ordem Seqüencial

# Comparação entre Variáveis

## Wilcoxon Signed Rank Test

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Paciente</b>	<b><math>(X_2 - X_1)</math></b>	<b>Dif. Absoluta</b>	<b>Rank</b>	<b>Signed Rank</b>
<b>1</b>	<b>+12</b>	<b>12</b>	<b>4.5</b>	<b>+4,5</b>
<b>2</b>	<b>+7</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>+2</b>
<b>3</b>	<b>-12</b>	<b>12</b>	<b>4.5</b>	<b>-4,5</b>
<b>4</b>	<b>+8</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>+3</b>
<b>5</b>	<b>+30</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>+8</b>
<b>6</b>	<b>+19</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>+7</b>
<b>7</b>	<b>-4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>-1</b>
<b>8</b>	<b>+16</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>+6</b>

# Comparação entre Variáveis

## Wilcoxon Signed Rank Test

### ➤ Valores Pareados

Valor Estatístico de  $t$ :

$$t = \frac{\bar{d}}{DP_d / \sqrt{n}}$$

$$t = 2,089$$

$$GL = 7$$

$$p = 0,078 \text{ (bi)}$$

# Comparação entre Variáveis

## Wilcoxon Signed Rank Test

- **Distribuição Normal (Gaussiana)**  
Mesmo Poder Estatístico do Teste  $t$  de Student
- **Distribuição Assimétrica**  
Poder Estatístico Comparável ao do Teste  $t$  de Student nas Distribuições Normais

# Comparação entre Grupos

## Variáveis Contínuas

### ➤ Distribuição Assimétrica

- Teste de Mann-Whitney

(Wilcoxon Rank-Sum Test)

- Definição da Ordem Seqüencial dos Valores Individuais dos Dois Grupos
- Cálculo das Médias e Desvios-Padrão dos Números da Ordem Seqüencial para cada Grupo.

# Comparação entre Variáveis

## Mann-Whitney Test

C/ Doença Carcinóide			S/ Doença Carcinóide		
Paciente	5-HIAA	Rank	Paciente	5-HIAA	Rank
1	263	13	1	60	4
2	288	17	2	119	6
3	432	20	3	153	10
4	890	27	4	588	25
5	450	21	5	124	8
6	1270	28	6	196	11
7	220	12	7	14	1
8	350	18	8	23	2
9	283	15	9	43	3
10	274	14	10	854	26
11	580	24	11	400	19
12	285	16	12	73	5
13	524	23			
14	135	9			
15	500	22			
16	120	7			

# Comparação entre Variáveis

## Mann-Whitney Test

C/ Doença Carcinóide	S/ Doença Cacinóide
Média $R_1 = 17,87$	Média $R_2 = 10,00$
SD $R_1 = 6,13$	SD $R_2 = 8,73$

$$t = \frac{\bar{R}_1 - \bar{R}_2}{\sqrt{S_{RP} (1/n_1 + 1/n_2)}}$$

$$t = 2,81$$

$$GL = 26$$

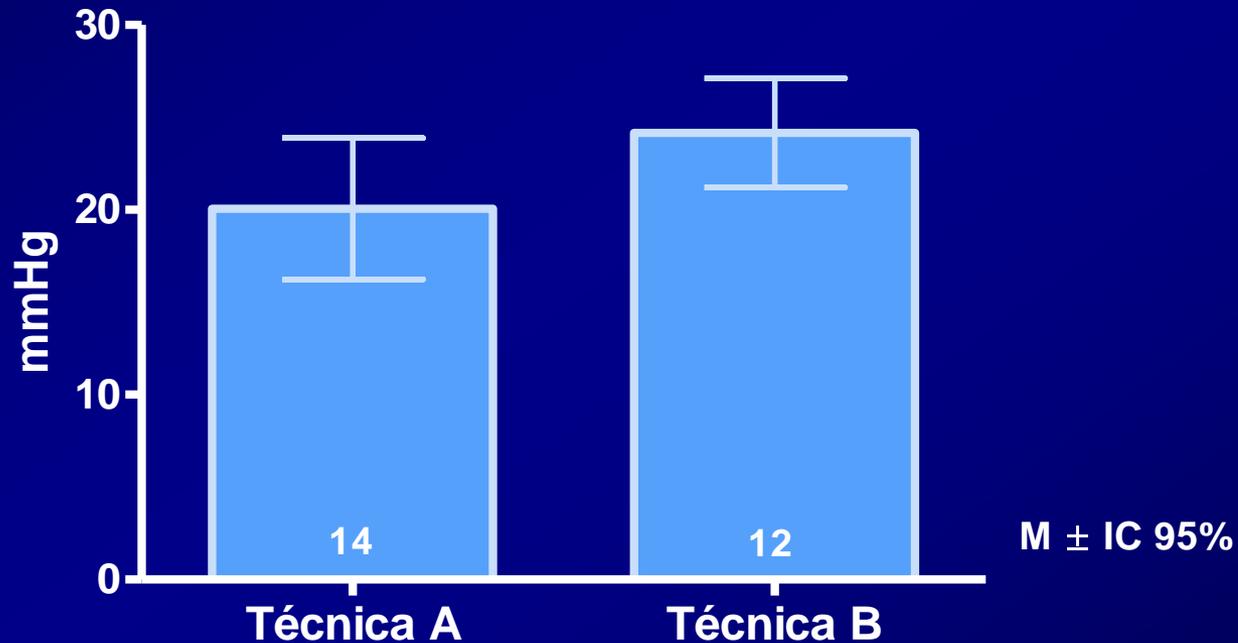
$$p = 0,013 \text{ (bi)}$$

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

- **Determinação do Pico de Troponina Sérica no Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca com Dois Tipos de Proteção Miocárdica**
  - **Distribuição Assimétrica**
  - **Teste de Mann Whitney (bicaudal)**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

Correção Coarctação da Aorta  
Gradiente Aórtico Pós-op.



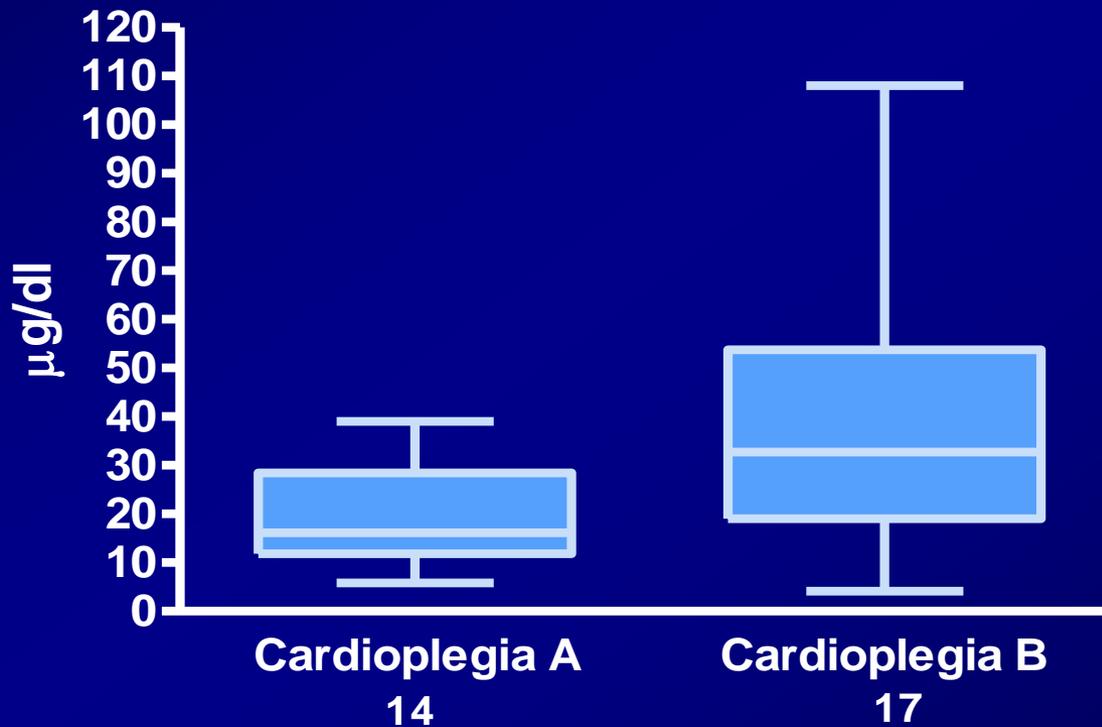
**t=1.793 df=24**  
**p=0,0855 (bi)**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

- **Comparação da Frequência Submáxima no Teste de Esforço de Pacientes com *ICC*, na Presença ou Ausência de Disfunção do Ventrículo Direito**
  - **Distribuição Normal**
  - **Teste t de Student para valores não pareados (bicaudal)**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

Pico de Troponina Sérica no Pós-Operatório de Rev. Mioc.



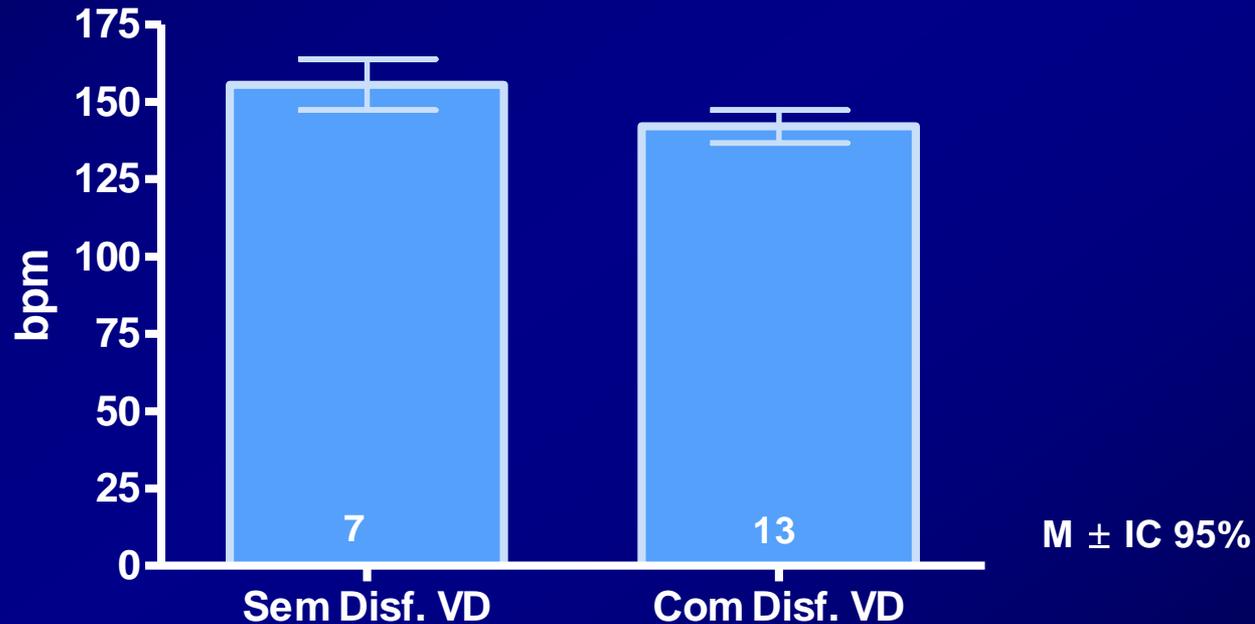
**p = 0,0337 (bi)**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

- **Comparação do Gradiente Aórtico após Correção Cirúrgica de Coarctação da Aorta com Duas Técnicas Diferentes**
  - **Distribuição Normal**
  - **Teste t de Student para valores não pareados (bicaudal)**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

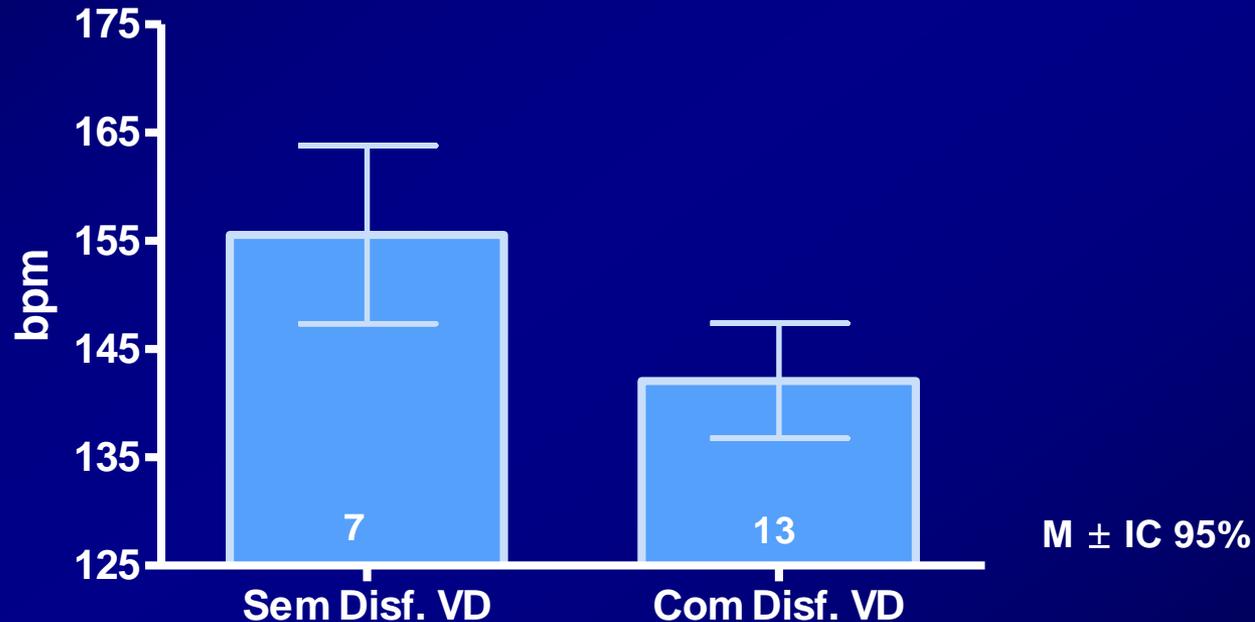
Freq. Submáxima - Teste de Esforço  
Pacientes com ICC



**t=3.258 df=18**  
**p=0,0082 (bi)**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

Freq. Submáxima - Teste de Esforço  
Pacientes com ICC



**t=3.258 df=18**  
**p=0,0042 (uni)**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

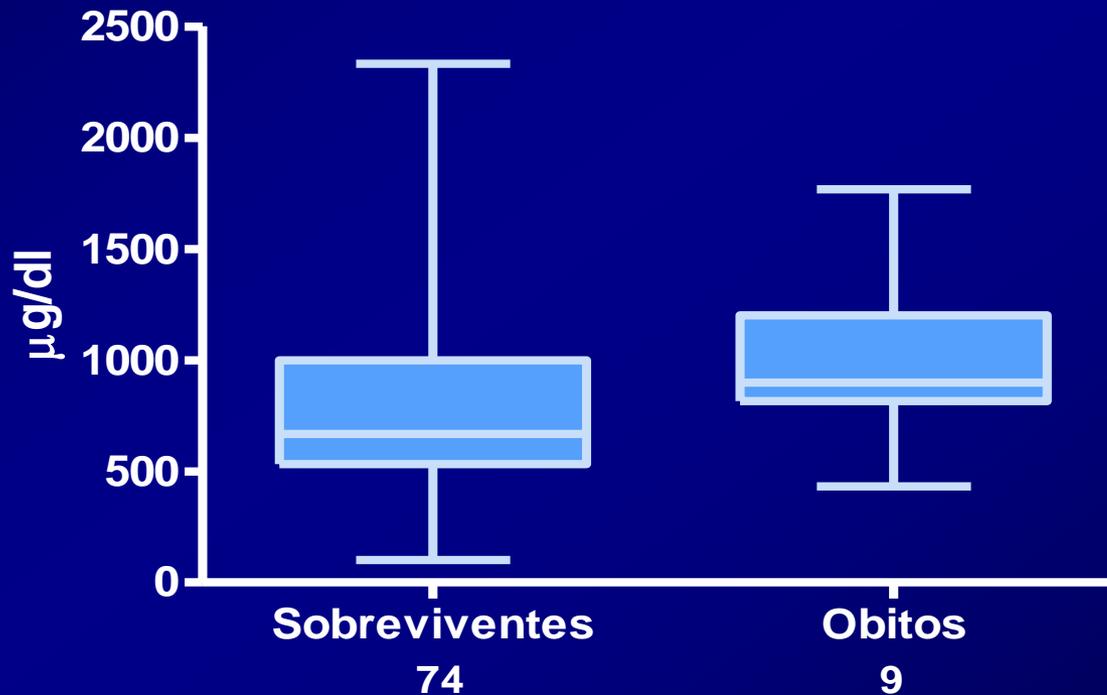
- **Determinação do Pico da Enzima Marcadora do RNAm em Pacientes Sobreviventes ou que Faleceram com Diagnóstico de Artrite Reumatóide**

**(Teste de Normalidade Negativo –  $p < 0,05$ )**

- **Distribuição Assimétrica**
- **Teste de Mann Whitney (bicaudal)**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

Artrite Reumatoide  
Enzima Marcadora RNAm



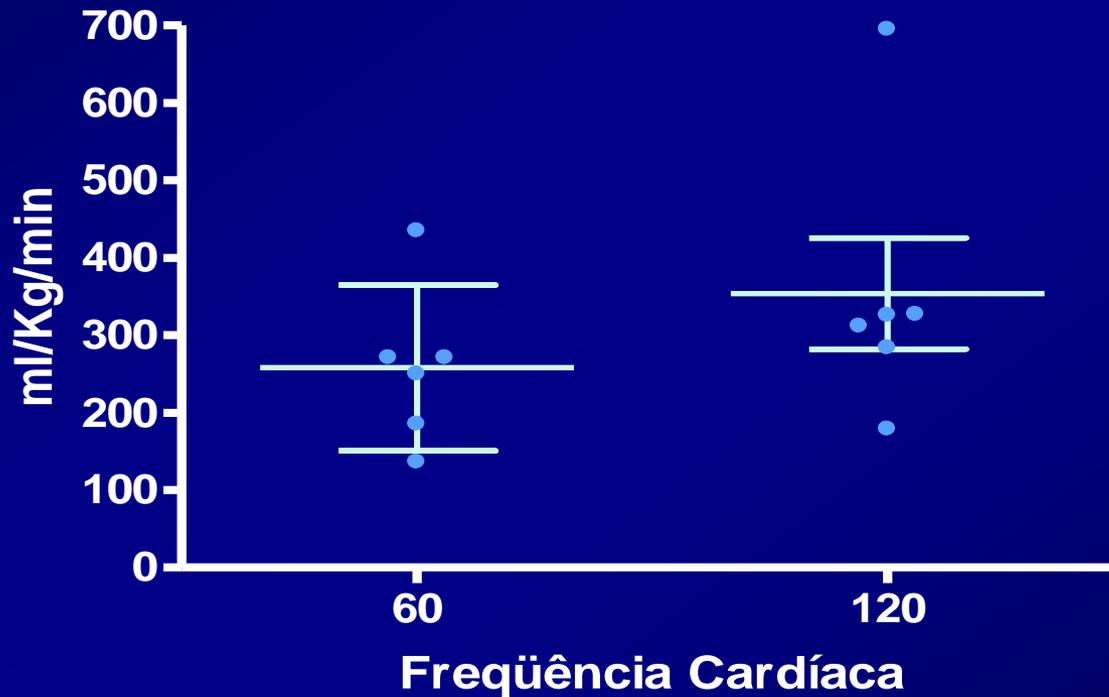
**p = 0,0337 (bi)**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

- **Variação do Débito Cardíaco de acordo com Frequência de Estimulação do Coração Fetal com Bloqueio AV Total**
  - **Distribuição Normal**
  - **Teste t de Student para valores pareados (bicaudal)**
  - **Teste de Wilcoxon (Signed-Ranks)**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

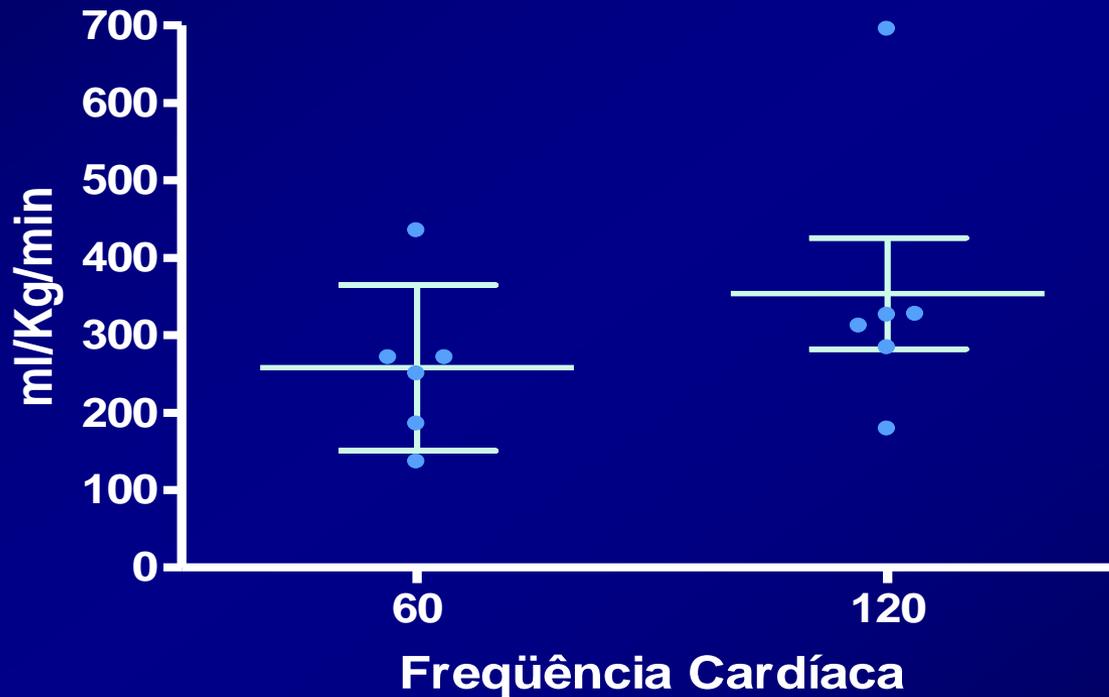
Influência da Freq. Cardíaca no Débito Cardíaco Fetal



**t=2.816 df=5**  
**p=0,0373 (bi)**

# Comparação entre Duas Variáveis Numéricas

Influência da Freq. Cardíaca no Débito Cardíaco Fetal



**p=0,0313 (bi)**