

# Testes Estatísticos Na Computação

Um Breve Guia para Uso em Experimentos Científicos

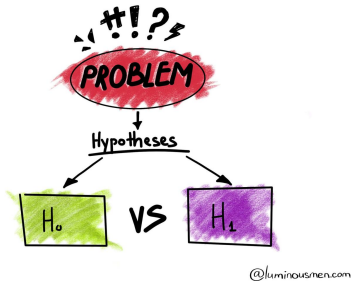
Jonathan S. Ramos

jonathan@usp

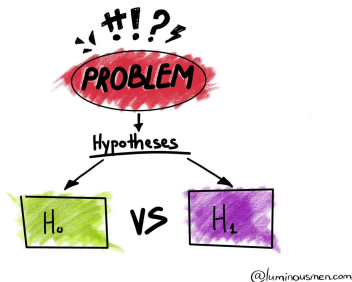
**ICMC - USP**  
**SCC5854 – GBDI**

29 de novembro de 2021

# Motivação



# Motivação



Um teste estatístico (ou de significância) serve para

“Verificar se **os dados amostrados fornecem evidência suficiente** para que se possa **aceitar como verdadeira a hipótese de pesquisa**, precavendo-se, **com certa segurança**, de que **as diferenças observadas nos dados não são meramente casuais.**”

Fonte: [https://docs.ufpr.br/~vayego/pedeefes/resumo\\_11.pdf](https://docs.ufpr.br/~vayego/pedeefes/resumo_11.pdf)

# Motivação



# Motivação



## Erros comuns

“Alguns estudos apontam que os **alunos de pós-graduação**, apesar de compreenderem a importância da *estatística*, **não possuem a capacidade de aplicá-la corretamente na pesquisa científica** e que as atitudes, **sucessos e fracassos** diante dos desafios estatísticos **estão ligados ao conhecimento básico.**”

Fonte: <https://cloud-dental.paliari.com.br/storage/2021/2/25/05393a59-6cca-4335-8977-80e2b43c0188.pdf>

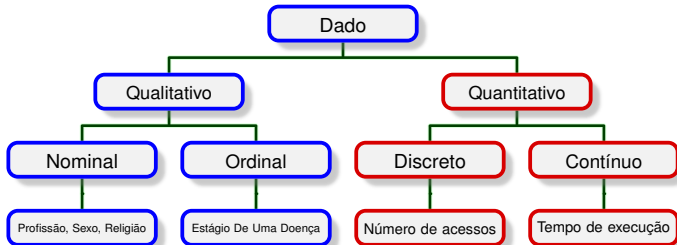
# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Conhecimentos Básicos**

- 3 Teste de Hipóteses
- 4 Conclusões

## A escolha do teste estatístico apropriado requer:

### 1 – Classificação do tipo de dado

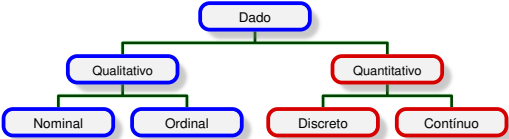


### 2 – Como esses dados estão distribuídos

### 3 – Tipos de amostras examinadas

# 1 - Tipo de Dado - Exercício Prático

Classifique as variáveis em qualitativas ou quantitativas, em seguida, em nominal, ordinal, discreta ou contínua



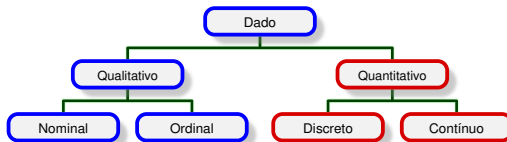
Cliente	Profissão	Altura (m)	Ternos Comprados	Salário (R\$)	Rating do Cliente
Zonas	Músico	1.75	1	5,800	3
Milela	Cientista	1.76	4	4,500	2
Zuninho	Médico	1.93	2	8,700	5
Pedro	Advogado	1.82	1	5,000	3

**Tabela:** Informações fornecidas por um alfaiate, com dados básicos sobre os clientes e a *rating* dos produtos (que variam de 1, péssimo, a 5, ótimo).



# 1 - Tipo de Dado - Exercício Prático

Classifique as variáveis em qualitativas ou quantitativas, em seguida, em nominal, ordinal, discreta ou contínua

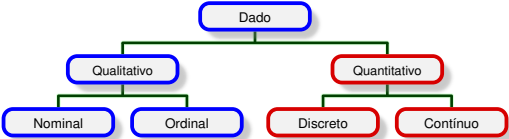


Cliente	Profissão	Altura (m)	Ternos Comprados	Salário (R\$)	Rating do Cliente
Zonas	Músico	1.75	1	5,800	3
Milela	Cientista	1.76	4	4,500	2
Zuninho	Médico	1.93	2	8,700	5
Pedro	Advogado	1.82	1	5,000	3
Qualitativa	Qualitativa	Quantitativa	Quantitativa	Quantitativa	Qualitativa

**Tabela:** Informações fornecidas por um alfaiate, com dados básicos sobre os clientes e a *rating* dos produtos (que variam de 1, péssimo, a 5, ótimo).

# 1 - Tipo de Dado - Exercício Prático

Classifique as variáveis em qualitativas ou quantitativas, em seguida, em nominal, ordinal, discreta ou contínua



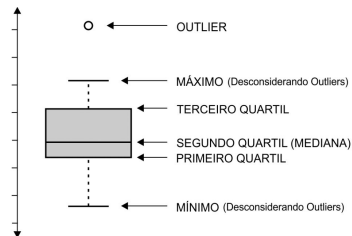
Cliente	Profissão	Altura (m)	Ternos Comprados	Salário (R\$)	Rating do Cliente
Zonas	Músico	1.75	1	5,800	3
Milela	Cientista	1.76	4	4,500	2
Zuninho	Médico	1.93	2	8,700	5
Pedro	Advogado	1.82	1	5,000	3
Qualitativa Nominal	Qualitativa Nominal	Quantitativa Contínua	Quantitativa Discreta	Quantitativa Contínua	Qualitativa Ordinal

**Tabela:** Informações fornecidas por um alfaiate, com dados básicos sobre os clientes e a *rating* dos produtos (que variam de 1, péssimo, a 5, ótimo).

# Símbolos comumente usadas na estatística

Símbolo	Descrição
$\mu$	Média Aritmética Populacional
$\bar{x}$	Média Aritmética Amostral
$S^2$	Variância
$\sigma$	Desvio Padrão
$Mo$	Moda
$Md$	Mediana
$Q_i$	Quartis

Fonte: [https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/11/04\\_estatistica.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/11/04_estatistica.pdf)



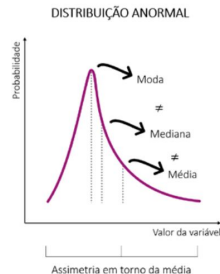
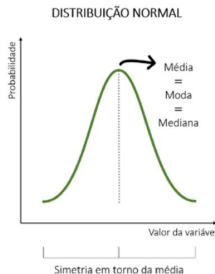
Fonte: <https://operdata.com.br/blog/como-interpretar-um-boxplot/>

## A escolha do teste estatístico apropriado requer:

### 1 – Classificação do tipo de dado

### 2 – Como esses dados estão distribuídos

- Distribuição Normal — **Paramétrico**
- Distribuição Anormal — **Não-paramétrico**



### 3 – Tipos de amostras examinadas

## 2 - Distribuição dos Dados - Exercício Prático

### Monte uma distribuição de frequência para a variável RAM

Imagine que no laboratório GBDI temos apenas 16 máquinas em funcionamento (nomeadas de A a P), e cada uma possui memória RAM reportada a seguir:

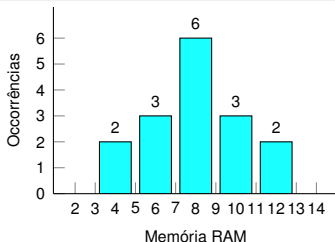
PC	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
RAM	4	4	6	6	6	8	8	8	8	8	8	10	10	10	12	12

## 2 - Distribuição dos Dados - Exercício Prático

### Monte uma distribuição de frequência para a variável RAM

Imagine que no laboratório GBDI temos apenas 16 máquinas em funcionamento (nomeadas de A a P), e cada uma possui memória RAM reportada a seguir:

PC	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
RAM	4	4	6	6	6	8	8	8	8	8	8	10	10	10	12	12

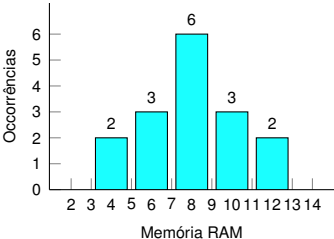


## 2 - Distribuição dos Dados - Exercício Prático

### Monte uma distribuição de frequência para a variável RAM

Imagine que no laboratório GBDI temos apenas 16 máquinas em funcionamento (nomeadas de A a P), e cada uma possui memória RAM reportada a seguir:

PC	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
RAM	4	4	6	6	6	8	8	8	8	8	8	10	10	10	12	12



Distribuição Gaussiana

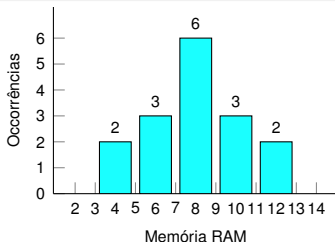
$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$$

## 2 - Distribuição dos Dados - Exercício Prático

### Monte uma distribuição de frequência para a variável RAM

Imagine que no laboratório GBDI temos apenas 16 máquinas em funcionamento (nomeadas de A a P), e cada uma possui memória RAM reportada a seguir:

PC	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
RAM	4	4	6	6	6	8	8	8	8	8	8	10	10	10	12	12



Distribuição Gaussiana

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$$

Média

$$\mu = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 8$$

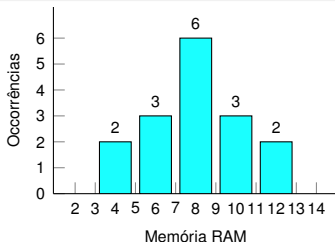


## 2 - Distribuição dos Dados - Exercício Prático

### Monte uma distribuição de frequência para a variável RAM

Imagine que no laboratório GBDI temos apenas 16 máquinas em funcionamento (nomeadas de A a P), e cada uma possui memória RAM reportada a seguir:

PC	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
RAM	4	4	6	6	6	8	8	8	8	8	8	10	10	10	12	12



Distribuição Gaussiana

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Média

$$\mu = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 8$$

Desvio Padrão

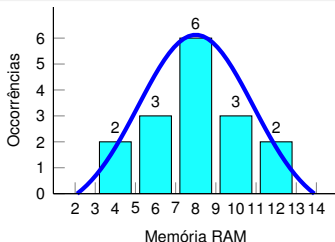
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \approx 2.42$$

## 2 - Distribuição dos Dados - Exercício Prático

### Monte uma distribuição de frequência para a variável RAM

Imagine que no laboratório GBDI temos apenas 16 máquinas em funcionamento (nomeadas de A a P), e cada uma possui memória RAM reportada a seguir:

PC	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
RAM	4	4	6	6	6	8	8	8	8	8	8	10	10	10	12	12



Distribuição Gaussiana

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Média

$$\mu = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 8$$

Desvio Padrão

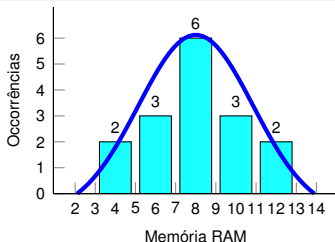
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \approx 2.42$$

## 2 - Distribuição dos Dados - Exercício Prático

### Monte uma distribuição de frequência para a variável RAM

Imagine que no laboratório GBDI temos apenas 16 máquinas em funcionamento (nomeadas de A a P), e cada uma possui memória RAM reportada a seguir:

PC	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
RAM	4	4	6	6	6	8	8	8	8	8	8	10	10	10	12	12



#### Outros Gráficos

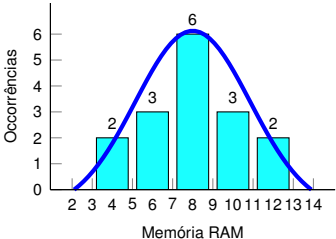
Box-Plot, Q-Q Plot

## 2 - Distribuição dos Dados - Exercício Prático

### Monte uma distribuição de frequência para a variável RAM

Imagine que no laboratório GBDI temos apenas 16 máquinas em funcionamento (nomeadas de A a P), e cada uma possui memória RAM reportada a seguir:

PC	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
RAM	4	4	6	6	6	8	8	8	8	8	8	10	10	10	12	12



#### Existe uma forma “mais fácil”?

Existem vários testes de normalidade [1]. São mais usados:

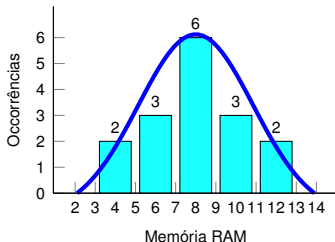
- **Shapiro-Wilk:** Média e desvio padrão da população **são desconhecidos**.
- **Kolmogorov-Smirnov:** Média e desvio padrão da população **são conhecidos**.

## 2 - Distribuição dos Dados - Exercício Prático

### Monte uma distribuição de frequência para a variável RAM

Imagine que no laboratório GBDI temos apenas 16 máquinas em funcionamento (nomeadas de A a P), e cada uma possui memória RAM reportada a seguir:

PC	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
RAM	4	4	6	6	6	8	8	8	8	8	8	10	10	10	12	12



#### Existe uma forma "mais fácil"?

Existem vários testes de normalidade [1]. São mais usados:

- **Shapiro-Wilk**: Média e desvio padrão da população **são desconhecidos**.
- **Kolmogorov-Smirnov**: Média e desvio padrão da população **são conhecidos**.

#### Atenção!

**O ideal é não confiar cegamente nos testes, mas fazer uma análise visual também**

# Conhecimentos Básicos

## A escolha do teste estatístico apropriado requer:

1 – Classificação do tipo de dado

2 – Como esses dados estão distribuídos

3 – Tipos de amostras (variáveis) examinadas

1 **Dependentes** – Variável de resposta;

■ *Representa uma grandeza cujo valor depende de como a variável independente é manipulada;*

2 **Independentes** – Variável de grupamento;

■ *Representa uma grandeza que está sendo manipulada em um experimento;*

### 3 - Tipo de Amostras - Exercício Prático

Identifique as variáveis dependentes e independentes

- 1 Em uma análise de tempo de resposta de uma consulta SQL em dois PCs diferentes (A e B), temos o **tempo de execução** para realizar a mesma consulta em cada um deles, no final, queremos saber **o tempo de resposta de cada PC**.

### 3 - Tipo de Amostras - Exercício Prático

Identifique as variáveis dependentes e independentes

- 1 Em uma análise de tempo de resposta de uma consulta SQL em dois PCs diferentes (A e B), temos o **tempo de execução (Independente)** para realizar a mesma consulta em cada um deles, no final, queremos saber **o tempo de resposta de cada PC (Dependente)**.



### 3 - Tipo de Amostras - Exercício Prático

#### Identifique as variáveis dependentes e independentes

- 1 Em uma análise de tempo de resposta de uma consulta SQL em dois PCs diferentes (A e B), temos o **tempo de execução (Independente)** para realizar a mesma consulta em cada um deles, no final, queremos saber **o tempo de resposta de cada PC (Dependente)**.
- 2 Em uma tarefa de Segmentação, temos **a quantidade de pixels corretamente e incorretamente segmentados (VPs, VNs, FNs, FPs)** para cada região de interesse do experimento. Com esses valores conseguimos **calcular várias medidas**, tais como **precisão, revocação**, etc.

### 3 - Tipo de Amostras - Exercício Prático

#### Identifique as variáveis dependentes e independentes

- 1 Em uma análise de tempo de resposta de uma consulta SQL em dois PCs diferentes (A e B), temos o **tempo de execução (Independente)** para realizar a mesma consulta em cada um deles, no final, queremos saber **o tempo de resposta de cada PC (Dependente)**.
- 2 Em uma tarefa de Segmentação, temos **a quantidade de pixels corretamente e incorretamente segmentados (VPs, VNs, FNs, FPs) (Independentes)** para cada região de interesse do experimento. Com esses valores conseguimos **calcular várias medidas**, tais como **precisão, revocação**, etc.

### 3 - Tipo de Amostras - Exercício Prático

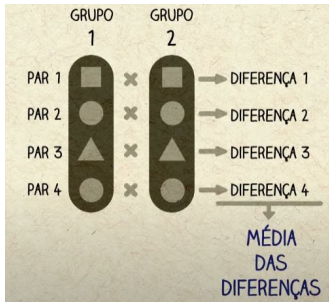
#### Identifique as variáveis dependentes e independentes

- 1 Em uma análise de tempo de resposta de uma consulta SQL em dois PCs diferentes (A e B), temos o **tempo de execução (Independente)** para realizar a mesma consulta em cada um deles, no final, queremos saber **o tempo de resposta de cada PC (Dependente)**.
- 2 Em uma tarefa de Segmentação, temos **a quantidade de pixels corretamente e incorretamente segmentados (VPs, VNs, FNs, FPs) (Independentes)** para cada região de interesse do experimento. Com esses valores conseguimos **calcular várias medidas**, tais como **precisão, revocação**, etc **(Dependentes)**.

# Dados Pareados vs Não-Pareados

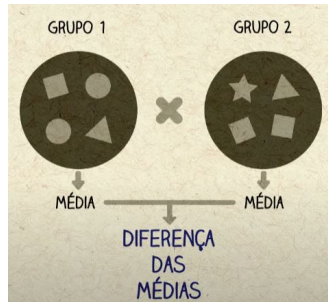
## Dados Pareados

- Os dados entre os grupos possuem algum tipo de correlação.
- Estatisticamente dependentes;



## Não-Pareados

- Os dados entre os grupos não possuem nenhum tipo de correlação direta.
- Estatisticamente independentes;



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=SFd81aQIL7M>

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Conhecimentos Básicos

- 3 Teste de Hipóteses
- 4 Conclusões

# Testes de Significância

## O que é um teste de significância/hipótese?

- É uma regra de decisão para aceitar ou rejeitar uma hipótese estatística com base nos elementos amostrais.

# Testes de Significância

## O que é um teste de significância/hipótese?

- É uma regra de decisão para aceitar ou rejeitar uma hipótese estatística com base nos elementos amostrais.
- Para tal, precisamos definir uma **Hipótese nula** ( $H_0$ ) e uma **Hipótese alternativa** ( $H_1$ ), assim como um nível de significância  $\alpha$  (10%, 5%, 1%).

# Testes de Significância

## O que é um teste de significância/hipótese?

- É uma regra de decisão para aceitar ou rejeitar uma hipótese estatística com base nos elementos amostrais.
- Para tal, precisamos definir uma **Hipótese nula** ( $H_0$ ) e uma **Hipótese alternativa** ( $H_1$ ), assim como um nível de significância  $\alpha$  (10%, 5%, 1%).

$$\alpha = P(\text{rejeitar } H_0 | H_0 \text{ verdadeira}) \quad \beta = P(\text{não rejeitar } H_0 | H_0 \text{ é falsa})$$



# Testes de Significância

## O que é um teste de significância/hipótese?

- É uma regra de decisão para aceitar ou rejeitar uma hipótese estatística com base nos elementos amostrais.
- Para tal, precisamos definir uma **Hipótese nula** ( $H_0$ ) e uma **Hipótese alternativa** ( $H_1$ ), assim como um nível de significância  $\alpha$  (10%, 5%, 1%).

$$\alpha = P(\text{rejeitar } H_0 | H_0 \text{ verdadeira}) \quad \beta = P(\text{não rejeitar } H_0 | H_0 \text{ é falsa})$$

		Realidade	
		$H_0$ verdadeira	$H_0$ falsa
Decisão	Aceitar $H_0$	Decisão correta ( $1 - \alpha$ )	Erro Tipo II ( $\beta$ )
	Rejeitar $H_0$	Erro Tipo I ( $\alpha$ )	Decisão correta ( $1 - \beta$ )

**Tabela:** Possíveis erros e acertos em um teste de hipótese.

# Testes de Significância

## O que é um teste de significância/hipótese?

- É uma regra de decisão para aceitar ou rejeitar uma hipótese estatística com base nos elementos amostrais.
- Para tal, precisamos definir uma **Hipótese nula** ( $H_0$ ) e uma **Hipótese alternativa** ( $H_1$ ), assim como um nível de significância  $\alpha$  (10%, 5%, 1%).

$$\alpha = P(\text{rejeitar } H_0 | H_0 \text{ verdadeira}) \quad \beta = P(\text{não rejeitar } H_0 | H_0 \text{ é falsa})$$

		Realidade	
		$H_0$ verdadeira	$H_0$ falsa
Decisão	Aceitar $H_0$	Decisão correta ( $1 - \alpha$ )	Erro Tipo II ( $\beta$ )
	Rejeitar $H_0$	Erro Tipo I ( $\alpha$ )	Decisão correta ( $1 - \beta$ )

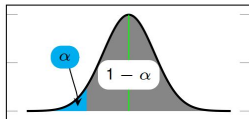
**Tabela:** Possíveis erros e acertos em um teste de hipótese.

**Erro do tipo I ( $\alpha$ ) é empregado nas pesquisas no teste de significância.**

**Com isso, podemos realizar três tipos diferentes de teste**

## Com isso, podemos realizar três tipos diferentes de teste

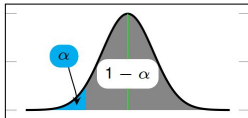
### Unilateral à esquerda



- $H_0$ : Meu método **é mais rápido** que o competidor;
- $H_1$ : Meu método **não é** mais rápido que o competidor;

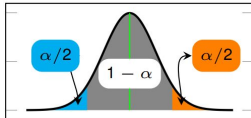
## Com isso, podemos realizar três tipos diferentes de teste

### Unilateral à esquerda



- $H_0$ : Meu método **é mais rápido** que o competidor;
- $H_1$ : Meu método **não é** mais rápido que o competidor;

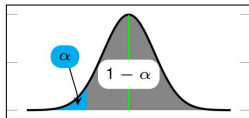
### Bicaudal ou Bilateral



- $H_0$ : Meu método **é similar** ao competidor;
- $H_1$ : Meu método **não é similar** ao competidor;

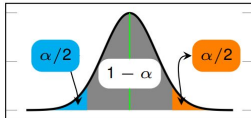
## Com isso, podemos realizar três tipos diferentes de teste

### Unilateral à esquerda



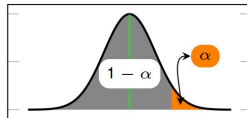
- $H_0$ : Meu método **é mais rápido** que o competidor;
- $H_1$ : Meu método **não é** mais rápido que o competidor;

### Bicaudal ou Bilateral



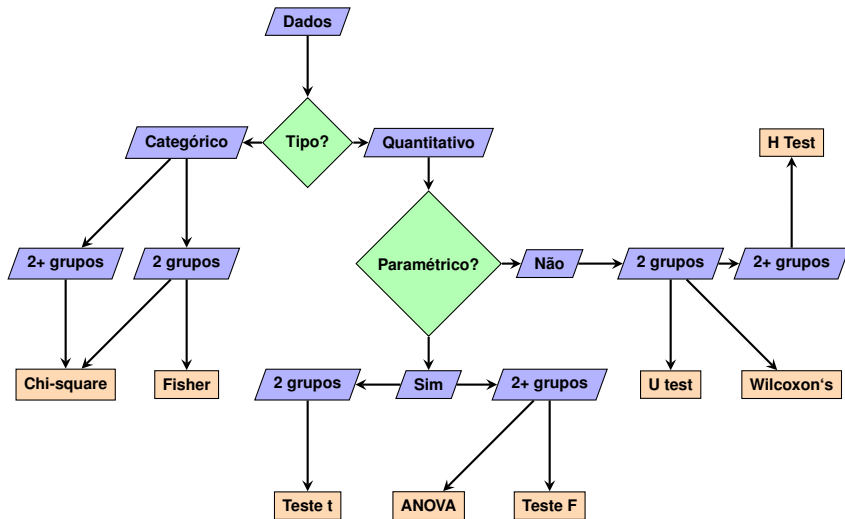
- $H_0$ : Meu método **é similar** ao competidor;
- $H_1$ : Meu método **não é similar** ao competidor;

### Unilateral à direita



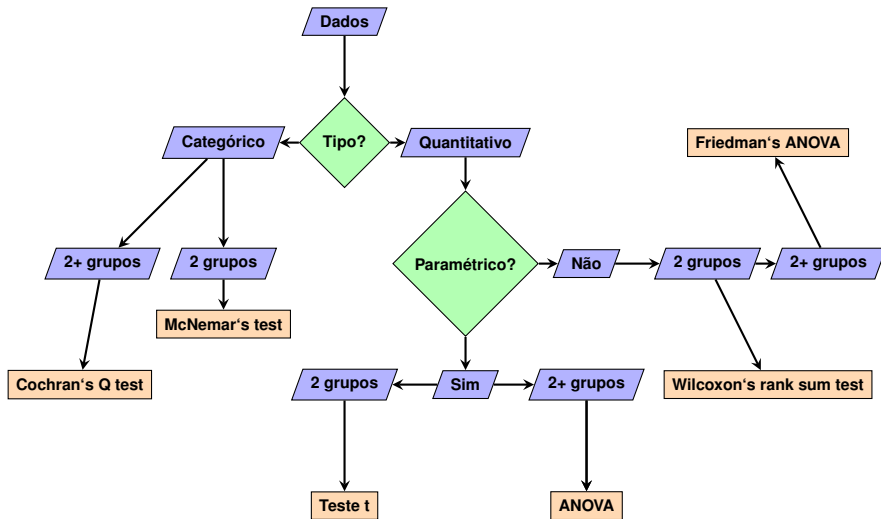
- $H_0$ : Meu método **é mais eficaz** que o competidor;
- $H_1$ : Meu método **não é mais eficaz** que o competidor;

## Como escolher o teste estatístico adequado (não-pareado)



Fonte: [2]

## Como escolher o teste estatístico adequado (pareado)



Fonte: [2]



# Teste de significância

## Passos para aplicar um teste de significância

- 1 Enunciar as hipóteses  $H_0$  e  $H_1$ ;

# Teste de significância

## Passos para aplicar um teste de significância

- 1 Enunciar as hipóteses  $H_0$  e  $H_1$ ;
- 2 Definir o limite do erro  $\alpha$

# Teste de significância

## Passos para aplicar um teste de significância

- 1 Enunciar as hipóteses  $H_0$  e  $H_1$ ;
- 2 Definir o limite do erro  $\alpha$
- 3 Definir qual teste será aplicado assim como a região crítica e a região de aceitação;

# Teste de significância

## Passos para aplicar um teste de significância

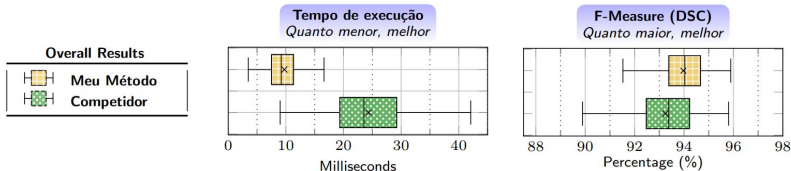
- 1 Enunciar as hipóteses  $H_0$  e  $H_1$ ;
- 2 Definir o limite do erro  $\alpha$
- 3 Definir qual teste será aplicado assim como a região crítica e a região de aceitação;
- 4 Com os elementos amostrais, calcular o valor da variável teste (valor de  $p$ );

# Teste de significância

## Passos para aplicar um teste de significância

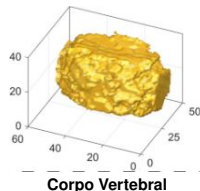
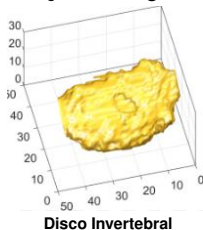
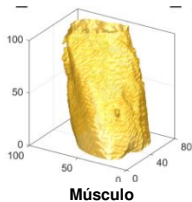
- 1 Enunciar as hipóteses  $H_0$  e  $H_1$ ;
- 2 Definir o limite do erro  $\alpha$
- 3 Definir qual teste será aplicado assim como a região crítica e a região de aceitação;
- 4 Com os elementos amostrais, calcular o valor da variável teste (valor de  $p$ );
- 5 Concluir pela **aceitação** de  $H_0$  ( $p < \alpha$ , **estatisticamente significativo**) ou **rejeição** de  $H_0$  ( $p \geq \alpha$ , **estatisticamente não significativo**);

## Exercício Prático

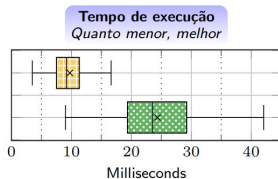


## Contextualização

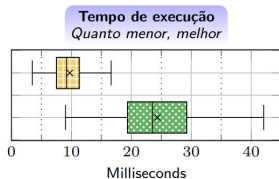
Resultados obtidos na segmentação de regiões anatômica da coluna



## Exercício Prático



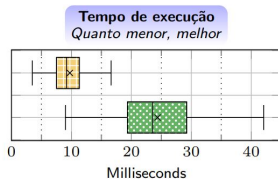
## Exercício Prático



**1 - Dados:** Quantitativa contínua



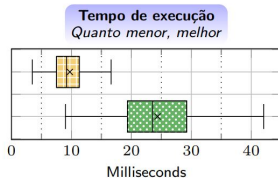
## Exercício Prático



1 - **Dados:** Quantitativa contínua

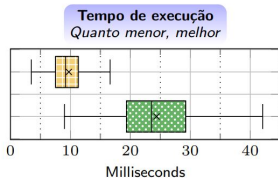
2 - **Distribuição:** anormal

## Exercício Prático



- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente

## Exercício Prático

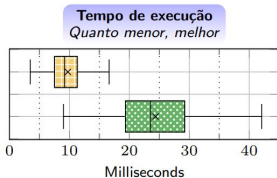


- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente

### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );

## Exercício Prático

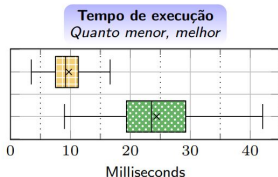


- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente

### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);

## Exercício Prático

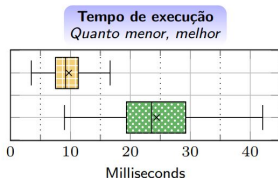


- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente

### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à esquerda;**

## Exercício Prático

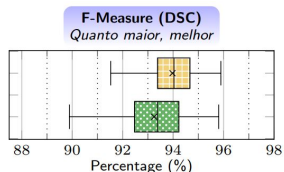
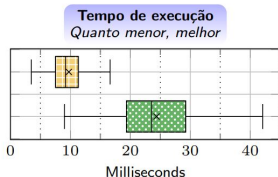


- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente

### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à esquerda;**
- 4 Valor-p calculado = 0.000;

## Exercício Prático

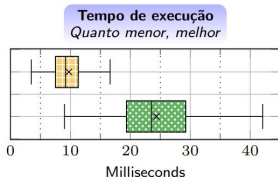


- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente

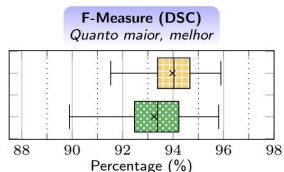
### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à esquerda;**
- 4 Valor-p calculado = 0.000;
- 5 Aceitar  $H_0$   $H_0$  ( $0.00(p) < 0.001(\alpha)$ )  
**Meu método possui F-Measure significativamente maior que o competidor com 99% de confiança;**

## Exercício Prático



- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente



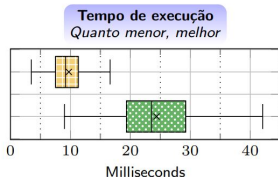
**Dados:** Quantitativa contínua, dependente

### Passos para o teste de hipótese

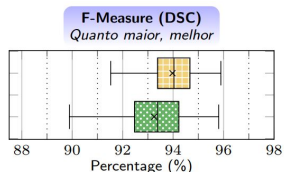
- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à esquerda;**
- 4 Valor-p calculado = 0.000;
- 5 Aceitar  $H_0$   $H_0$  ( $0.00(p) < 0.001(\alpha)$ )  
**Meu método possui F-Measure significativamente maior que o competidor com 99% de confiança;**



## Exercício Prático



- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente

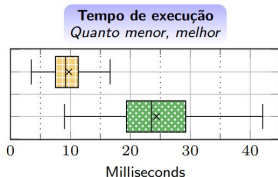


- Dados:** Quantitativa contínua, dependente  
**Distribuição:** anormal

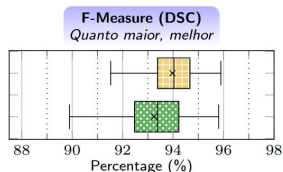
### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à esquerda;**
- 4 Valor-p calculado = 0.000;
- 5 Aceitar  $H_0$   $H_0$  ( $0.00(p) < 0.001(\alpha)$ )  
**Meu método possui F-Measure significativamente maior que o competidor com 99% de confiança;**

## Exercício Prático



- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente

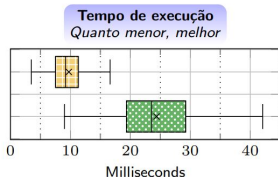


- Dados:** Quantitativa contínua, dependente
- Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** dependente

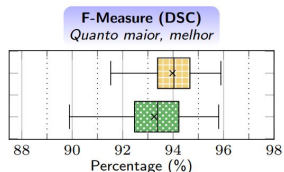
### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à esquerda;**
- 4 Valor-p calculado = 0.000;
- 5 Aceitar  $H_0$   $H_0$  ( $0.00(p) < 0.001(\alpha)$ )  
**Meu método possui F-Measure significativamente maior que o competidor com 99% de confiança;**

## Exercício Prático



- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente



- Dados:** Quantitativa contínua, dependente
- 3 - **Tipo amostra:** dependente

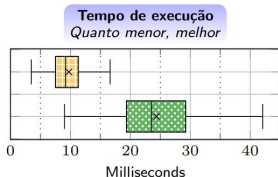
### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à esquerda;**
- 4 Valor-p calculado = 0.000;
- 5 Aceitar  $H_0$   $H_0$  ( $0.00(p) < 0.001(\alpha)$ )  
**Meu método possui F-Measure significativamente maior que o competidor com 99% de confiança;**

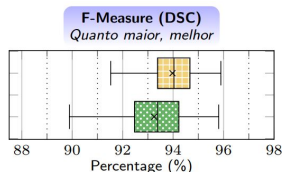
### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados maiores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );

## Exercício Prático



- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente



- Dados:** Quantitativa contínua, dependente
- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua, dependente
  - 2 - **Distribuição:** anormal
  - 3 - **Tipo amostra:** dependente

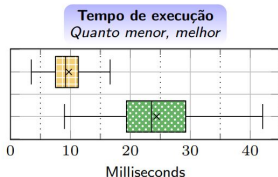
### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à esquerda;**
- 4 Valor-p calculado = 0.000;
- 5 Aceitar  $H_0$   $H_0$  ( $0.00(p) < 0.001(\alpha)$ )  
**Meu método possui F-Measure significativamente maior que o competidor com 99% de confiança;**

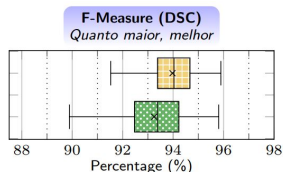
### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados maiores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);

## Exercício Prático



- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente



- Dados:** Quantitativa contínua, dependente
- 1 - **Distribuição:** anormal
  - 2 - **Tipo amostra:** dependente

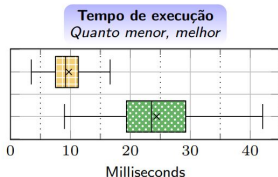
### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à esquerda;**
- 4 Valor-p calculado = 0.000;
- 5 Aceitar  $H_0$   $H_0$  ( $0.00(p) < 0.001(\alpha)$ )  
**Meu método possui F-Measure significativamente maior que o competidor com 99% de confiança;**

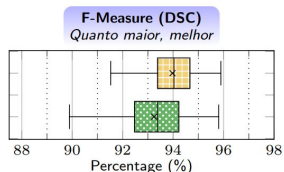
### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados maiores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à direita;**

## Exercício Prático



- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente



- Dados:** Quantitativa contínua, dependente
- Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** dependente

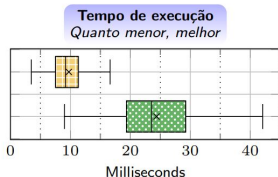
### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à esquerda;**
- 4 Valor-p calculado = 0.000;
- 5 Aceitar  $H_0$   $H_0$  ( $0.00(p) < 0.001(\alpha)$ )  
**Meu método possui F-Measure significativamente maior que o competidor com 99% de confiança;**

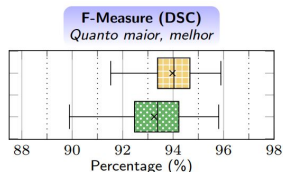
### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados maiores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à direita;**
- 4 Valor-p calculado = 0.000;

## Exercício Prático



- 1 - **Dados:** Quantitativa contínua
- 2 - **Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** independente



- Dados:** Quantitativa contínua, dependente
- Distribuição:** anormal
- 3 - **Tipo amostra:** dependente

### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados menores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à esquerda;**
- 4 Valor-p calculado = 0.000;
- 5 Aceitar  $H_0$   $H_0$  ( $0.00(p) < 0.001(\alpha)$ )  
**Meu método possui F-Measure significativamente maior que o competidor com 99% de confiança;**

### Passos para o teste de hipótese

- 1  $H_0$ : meu método apresenta **resultados maiores** que o competidor  
 $H_1$ : caso oposto (negação de  $H_0$ );
- 2  $\alpha = 0.01$  (99% de confiança);
- 3 **Teste de Wilcoxon unicaudal à direita;**
- 4 Valor-p calculado = 0.000;
- 5 Aceitar  $H_0$  ( $0.00(p) < 0.001(\alpha)$ )  
**Meu método é significativamente mais rápido que o competidor com 99% de confiança;**

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Conhecimentos Básicos

- 3 Teste de Hipóteses
- 4 Conclusões



# Conclusões

## Os erros nos experimentos estatísticos

Geralmente, se dão devido a **falhas nos conhecimentos básicos**;

# Conclusões

## Os erros nos experimentos estatísticos

Geralmente, se dão devido a **falhas nos conhecimentos básicos**;

## Os dados seguem uma distribuição normal?

## Conclusões

### Os erros nos experimentos estatísticos

Geralmente, se dão devido a **falhas nos conhecimentos básicos**;

### Os dados seguem uma distribuição normal?

### Como vai comparar seus resultados?

***Quer mostrar que eles são maiores, menores ou iguais aos competidores?***

# Conclusões

## Os erros nos experimentos estatísticos

Geralmente, se dão devido a **falhas nos conhecimentos básicos**;

## Os dados seguem uma distribuição normal?

## Como vai comparar seus resultados?

**Quer mostrar que eles são *maiores, menores ou iguais aos competidores*?**

## Os testes estatísticos e análises são variados

- Foi apresentado uma visão geral;
- Cada caso pode necessitar de uma análise mais personalizada;
- Assim como um maior aprofundamento nos testes.

## Referências I

- [1] Asghar Ghasemi e Saleh Zahediasl. “Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians”. eng. Em: **International journal of endocrinology and metabolism** 10.2 (2012). PMC3693611[pmcid], pp. 486–489. ISSN: 1726-913X. DOI: 10.5812/ijem.3505. URL: <https://doi.org/10.5812/ijem.3505>.
- [2] Barun K. Nayak e Avijit Hazra. “How to choose the right statistical test?” eng. Em: **Indian journal of ophthalmology** 59.2 (2011). IndianJOphtalmol\_2011\_59\_2\_85\_77005[PII], pp. 85–86. ISSN: 1998-3689. DOI: 10.4103/0301-4738.77005. URL: <https://doi.org/10.4103/0301-4738.77005>.

# Obrigado pela Atenção!

**Contato:**

`jonathan@usp.br`