FIAP

Statistics for Machine Learning

Aula 21: Testes de Hipótese

Prof. Jones Egydio

profjones.egydio@fiap.com.br

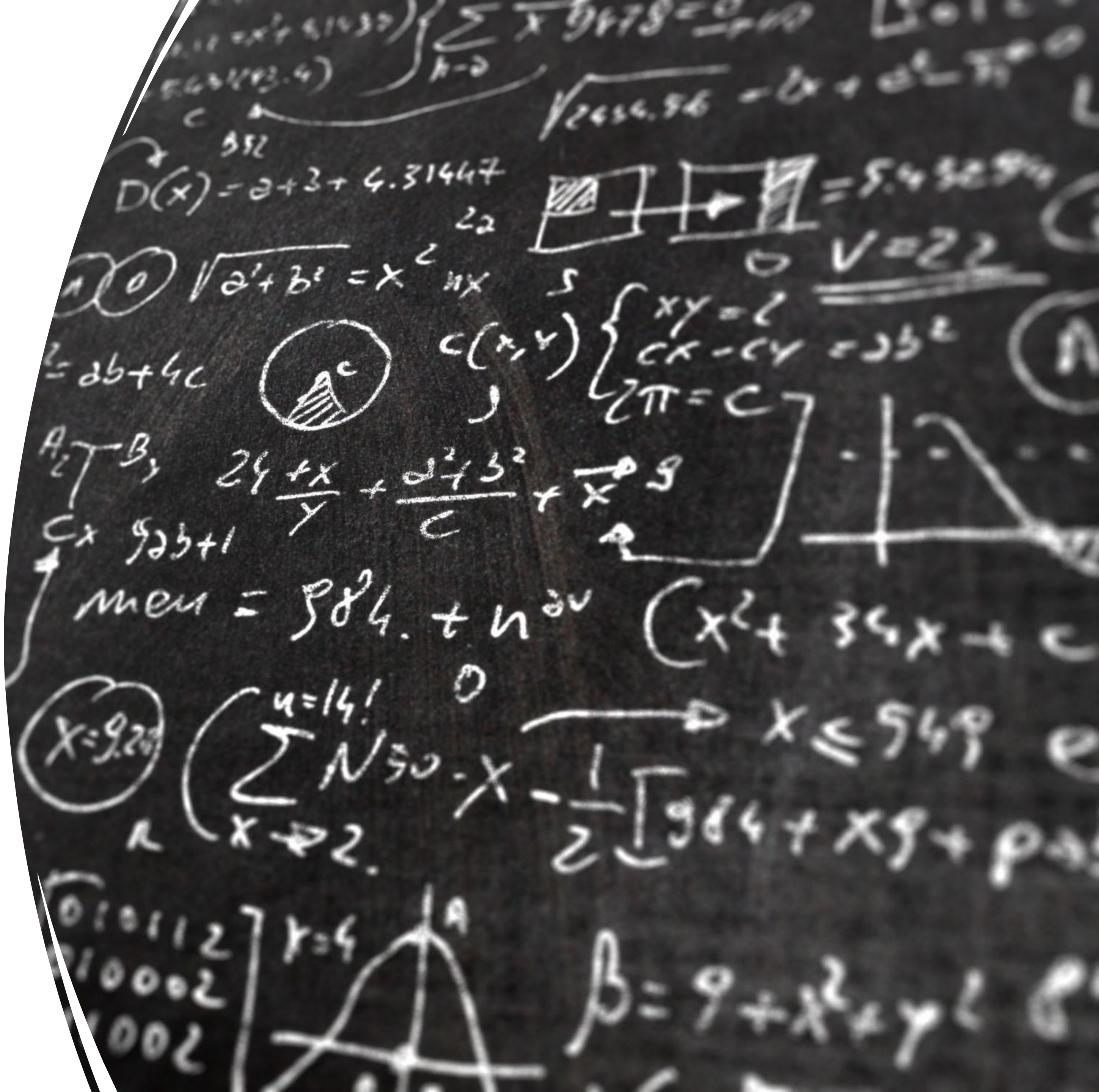
2024

Objetivos

- Introduzir os conceitos de testes de hipótese;
- Formas de representação;
- Exemplos e exercícios;
- Conclusão;
- Perguntas.

Conceito de hipótese

- O que é uma hipótese?
- Por que criamos hipóteses?
- A hipótese criada é algo plausível? Pode ser testada?
- Quais os riscos relacionados quando se busca testar uma hipótese?
- Caso exista um erro no processo, quais as consequências?



Conceito de hipótese

Hipótese:

- **Uma afirmação a respeito da população que desejamos saber, por meio de experimentos em uma amostra, se os resultados provenientes contrariam a afirmação.**

Conceito de hipótese

Teste de Hipótese:

- **Metodologia que permite verificar se os dados da amostra trazem evidências para rejeitar ou não rejeitar a hipótese proposta.**

Conceito de hipótese

Testes de hipóteses

- Para realizar um teste de hipótese sempre deverão existir duas hipóteses:
  - Hipótese Nula (H_0)
  - Hipótese Alternativa (H_a)

Conceito de hipótese

Testes de hipóteses

- Hipótese Nula (H_0):
- Uma hipótese nula sempre deverá explicitar igualdade.
- Por exemplo:
  - H_0: $\mu = 0$,
  - H_0: $\mu \geq 0$,
  - H_0: $\mu \leq 0$.

Conceito de hipótese

- Hipótese alternativa (H_a):
- A hipótese alternativa tem o objetivo de contradizer a hipótese nula.

Por exemplo:

- **Se** H_0: $\mu = 0$ **então** H_a: $\mu \neq 0$**.**
- **Se** H_0: $\mu \geq 0$ **então** H_a: $\mu < 0$**.**
- **Se** H_0: $\mu \leq 0$ **então** H_a: $\mu > 0$**.**

Conceito de hipótese (Riscos)

Testes de hipóteses

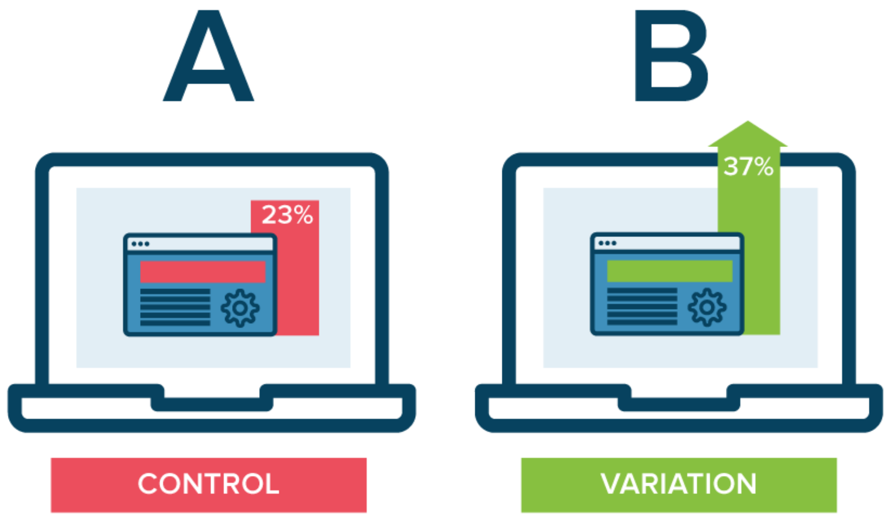
- Riscos:
  - Rejeitar a hipótese nula quando não deveria rejeitar.
  - Não rejeitar a nula quando deveria rejeitar.

Erros	Rejeitar H0	Não rejeitar H0
H0 Verdade	Erro Tipo I (α)	Ok
H0 Falso	Ok	Erro Tipo II (β)

Problema

- Um teste A/B se refere a uma técnica utilizada para determinar qual design apresenta melhor conversão entre os possíveis consumidores.

- Por exemplo: Uma empresa deseja verificar se mantem a versão atual do site ou atualiza para uma nova versão.



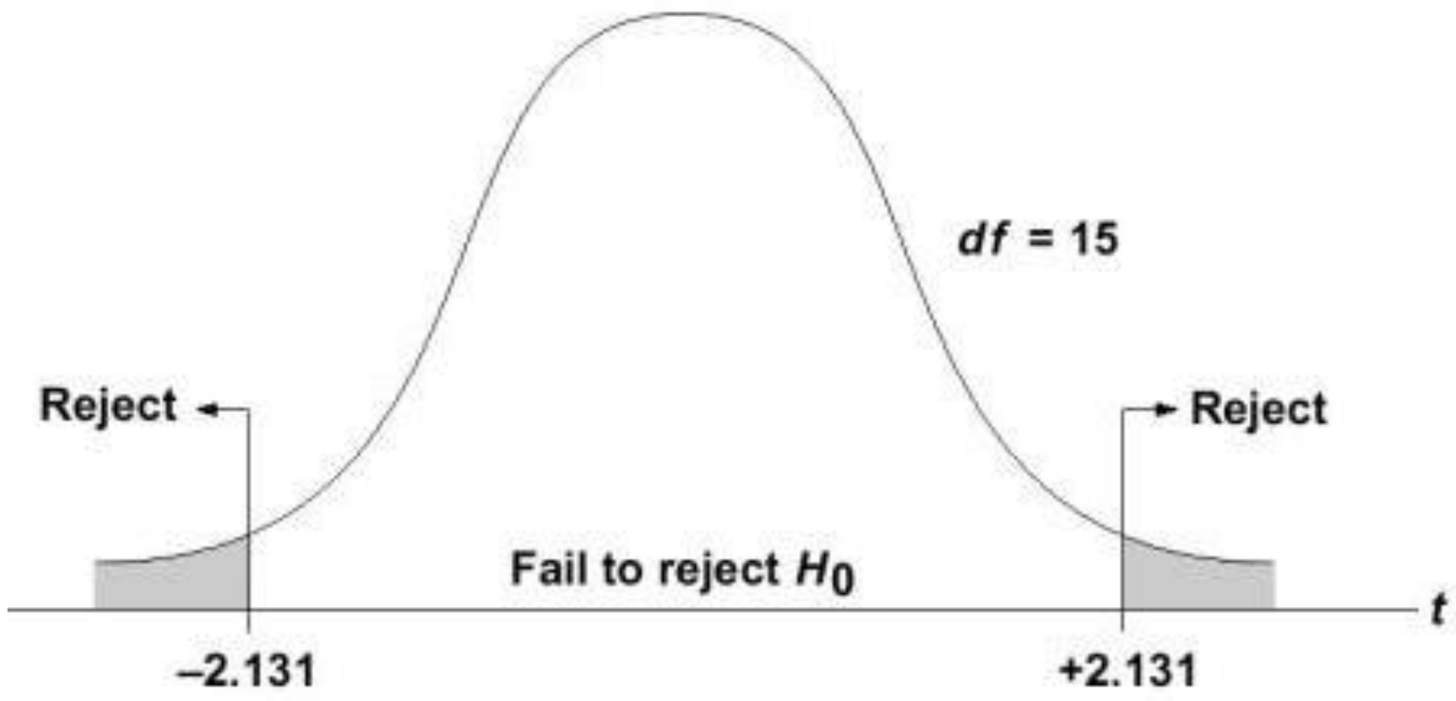
Qual a versão do site a empresa deve adotar? Versão A ou B?

Conceitos iniciais

Teste *t* de Student

O **teste *t* de Student** é um teste estatístico que compara a **média de duas amostras para verificar se existe uma diferença significativa entre elas**. Ele é amplamente utilizado quando se deseja testar hipóteses sobre médias de populações, especialmente quando o tamanho da amostra é pequeno e a distribuição dos dados é aproximadamente normal.

O teste é apropriado em situações em que o desvio padrão da população é desconhecido.



Conceitos

Procedimento geral

- Teste *t* e problemas
- Teste *t* com desvio padrão desconhecido
- Teste *t* com proporções
- Teste *t* para média de 2 populações

Procedimento Geral

Procedimento geral para testar uma hipótese:

- Existe uma variável “X” associada a população. Um indivíduo possui uma hipótese sobre determinado parâmetro da população (média, mediana, variância). Deve-se obter uma amostra aleatória e buscar comprovar a hipótese.

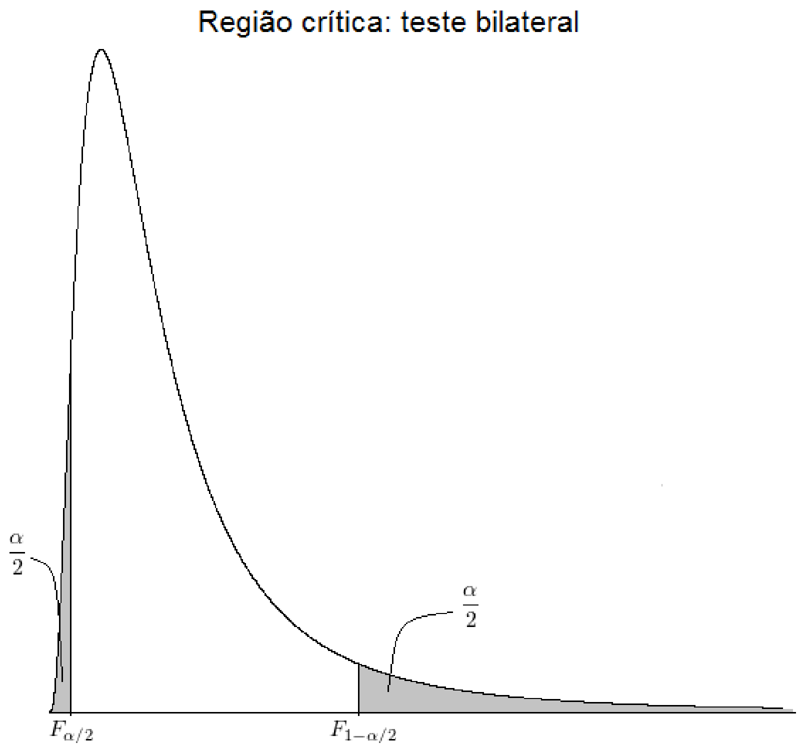
Procedimento Geral

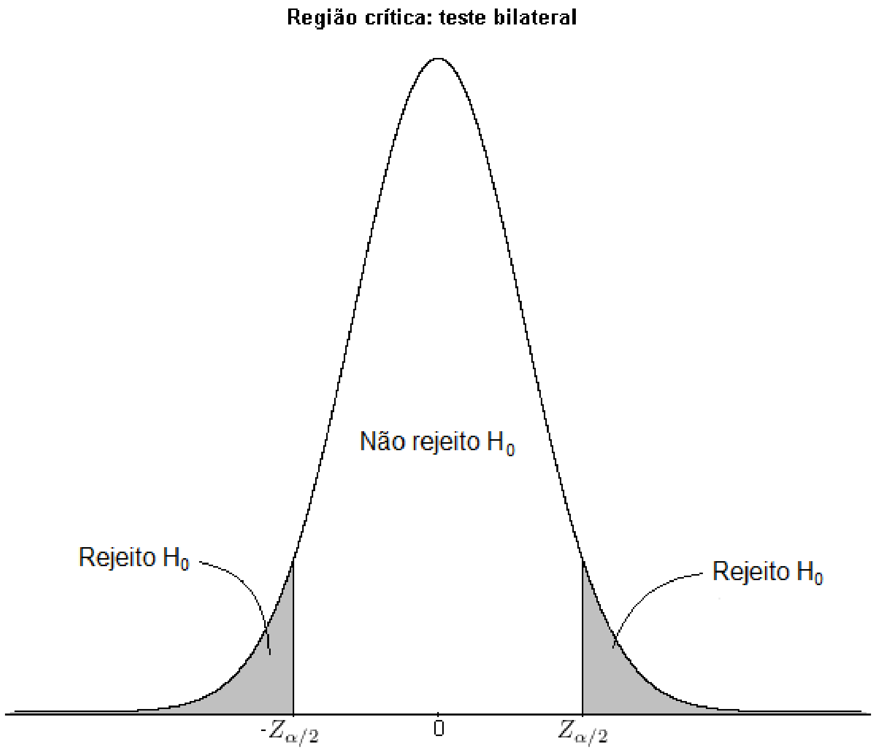
Etapas:

- Encontrar a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1).
- A hipótese nula **sempre** contém a igualdade;
- Definir qual estimador será utilizado (média, desvio-padrão).
- Fixar o nível de confiança (90%, 95%, 99%).
- Utilizar os dados da amostra obtida para calcular o valor da estatística teste (t, F, Qui-Quadrado).
- Verificar se o valor da estatística teste esta contida ou não na região de rejeição. Caso esteja, rejeita H_0, contrário não rejeita H_0.

Procedimento geral

Exemplos de regiões de rejeição.





Quais situações aplicamos?

Geralmente aplicamos quando temos algumas dúvidas sobre um objetivo e necessitamos realizar uma pesquisa.

Exemplos:

- Qual a relação entre tempo de estudo e notas na disciplina?
- Qual a relação entre renda e escolaridade dos pais?
- Qual API apresenta menor tempo de resposta?
- Qual site apresenta maior conversão? Com fundo branco ou azul?

Teste *t*

- Será apresentado um dos primeiros testes de hipóteses que podem ser aplicados.

O teste *t* pode ser aplicado quando:

- **Deseja-se verificar se a média populacional é igual, maior, menor ou diferente de algum determinado valor;**
- **Deseja-se verificar se a média de duas populações são diferentes;**
- **Quando o número de amostras for inferior a 30;**

Exemplos de Teste *t*

- Testar a altura ou peso médio da população para definir o processo de confecção de roupas.

- Uma empresa definir o tráfego médio no site para ajustar o número de servidores a serem alocados.

- Uma empresa necessita testar duas versões de uma mesma página de apresentação (teste A/B).

Teste *t*

- Teste *t* para desvio padrão desconhecido:

Problema exemplo:

- O sindicato dos professores afirmou que o salário médio dos professores do colegial das escolas particulares da zona norte da cidade de São Paulo é de no mínimo R$30,00 a hora aula. Através de uma amostra de 20 escolas observamos um salário médio de R$ 20,00 com desvio padrão de R$5,00. Você acredita que, a um nível de confiança de 95%, o salário médio destes professores é de R$30,00 a hora aula ou inferior a este valor?

Teste *t* - resolução

- Neste teste t precisamos de dois parâmetros: média e desvio-padrão. Iremos utilizar a amostra obtida para obter estes valores.

No exemplo vemos o seguinte:

- Média: R$ 20,00
- Desvio padrão: R$ 5,00

- Vamos seguir as etapas para gerar o teste de hipótese.

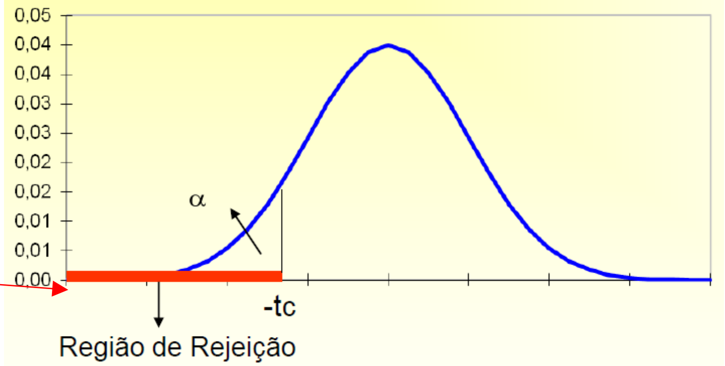
Teste t - resolução

- Etapa 1: Fixar a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1)

- $\boldsymbol{H_0: \mu \geq R\$\ 30}$ **– salário maior ou igual a 30**
- $\boldsymbol{H_a: \mu < R\$\ 30}$ **– salário menor que 30**

- Definir o estimador: **média**
- Fixar o nível de confiança: **95%**
- Calcular o valor da estatística teste t.
- $t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} = \frac{20-30}{\sqrt{\frac{5^2}{20}}} = -8{,}94$
- $t_{95\%} \cong 1{,}729,\ t_{5\%} \cong -1{,}729$

- Rejeitar ou não rejeitar H_0?
- O valor de **-8,94** está dentro da região de rejeição. Deste modo, **rejeitamos a hipótese nula**, ou seja, **os professores recebem menos de R$30 hora**.



-1,729

O valor de **-8,94** está dentro da região de rejeição

φ \ P	0,10	0,05
1	3,078	6,314
2	1,886	2,920
3	1,638	2,353
4	1,533	2,132
5	1,476	2,015
6	1,440	1,943
7	1,415	1,895
8	1,397	1,860
9	1,383	1,833
10	1,372	1,812
11	1,363	1,796
12	1,356	1,782
13	1,350	1,771
14	1,345	1,761
15	1,341	1,753
16	1,337	1,746
17	1,333	1,740
18	1,330	1,734
19	1,328	1,729

Teste *t*

- Teste *t* para proporções (teste *z*):

Problema exemplo:

- Um instituto de pesquisa apresentou um resultado de pesquisa informando que um determinado candidato a prefeito tem no máximo 20% das intenções de voto. Uma outra pesquisa foi encomendada, uma amostra de 400 pessoas foram entrevistadas. Como resultado, 100 entrevistados informaram que pretendem votar no candidato. Neste novo resultado, teste a hipótese de que a intenção de voto de determinado candidato aumentou.

Teste *t* - resolução

- Neste teste *t* precisamos de dois parâmetros: a proporção e o tamanho da amostra.

- No exemplo vemos o seguinte:

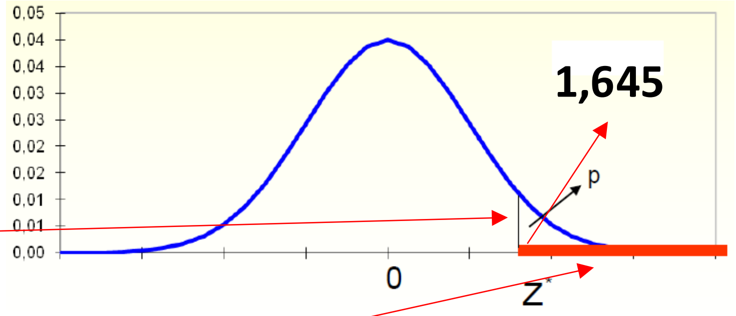
- Tamanho da amostra: 400 entrevistados
- proporção: 100/400 = 25%

- Vamos seguir as etapas para gerar o teste de hipótese.

Teste t - resolução

- Etapa 1: Fixar a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1)

- $\boldsymbol{H_0: p \leq 0,20}$ **– intenção de voto menor ou igual a 20%**
- $\boldsymbol{H_a: p > 0,20}$ **– intenção de voto maior que 20%**



O valor de **2,5** está dentro da região de rejeição

- Definir o estimador: **proporção – 100/400**
- Fixar o nível de confiança: **95%**
- Calcular o valor da estatística **teste z (n > 30).**

- $z = \dfrac{\bar{p}-p_0}{\sqrt{\dfrac{p_0(1-p_0)}{n}}} = \dfrac{0{,}25-0{,}20}{\sqrt{\dfrac{0{,}20(1-0{,}20)}{400}}} = 2{,}5$
- $z_{95\%} \cong 1{,}645$

de z	0	1	2	3	4	5
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4841	0,4801
0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404
0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4091	0,4052	0,4013
0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632
0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264
0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912
0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2644	0,2611	0,2579
0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2297	0,2266
0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977
0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711
1,0	0,1587	0,1563	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469
1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251
1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1094	0,1075	0,1057
1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885
1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735
1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606
1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495

- Rejeitar ou não rejeitar H_0?
- O valor de **2,5** está dentro da região de rejeição. Deste modo, **rejeitamos a hipótese nula**, ou seja, **a intenção de voto aumentou para 25%**.

Teste *t*

- Teste *t* para duas médias:

Problema exemplo:

- Uma empresa está avaliando o desempenho de 2 equipes de analistas, cada equipe é formada por 12 pessoas. Deseja-se verificar qual equipe levou mais tempo para finalizar o projeto. Os resultados foram os seguintes:

Equipe	A	B
Média	325	286
Desvio-Padrão	40	44
n	12	12

Teste *t* - resolução

Neste teste *t* precisamos do seguinte:

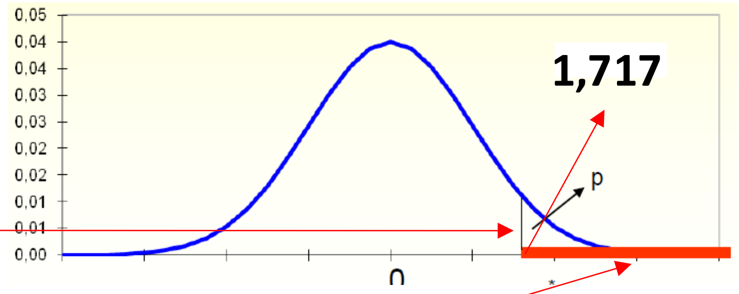
- Tamanho da amostra de ambos os grupos: A = 12 e B = 12.
- Média dos grupos: A = 325 e B = 286
- Desvio-padrão: A = 40 e B = 44
- Nível de confiança: 95%

- Vamos seguir as etapas para gerar o teste de hipótese.

Teste *t* - resolução

- Etapa 1: Fixar a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1)

- $\boldsymbol{H_0: \mu_A \leq \mu_B}$ **ou** $\boldsymbol{H_0: \mu_A - \mu_B \leq 0}$
- $\boldsymbol{H_a: \mu_A > \mu_B}$ **ou** $\boldsymbol{H_a: \mu_A - \mu_B > 0}$



O valor de **2,27** está dentro da região de rejeição

- Definir o estimador: **média**
- Fixar o nível de confiança: **95%**
- Calcular o valor da estatística teste *t*.

- $$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B}}} = \frac{325 - 286}{\sqrt{\frac{40^2}{12} + \frac{44^2}{12}}} = 2{,}27$$

- $t_{22,\,95\%} \cong 1{,}717$

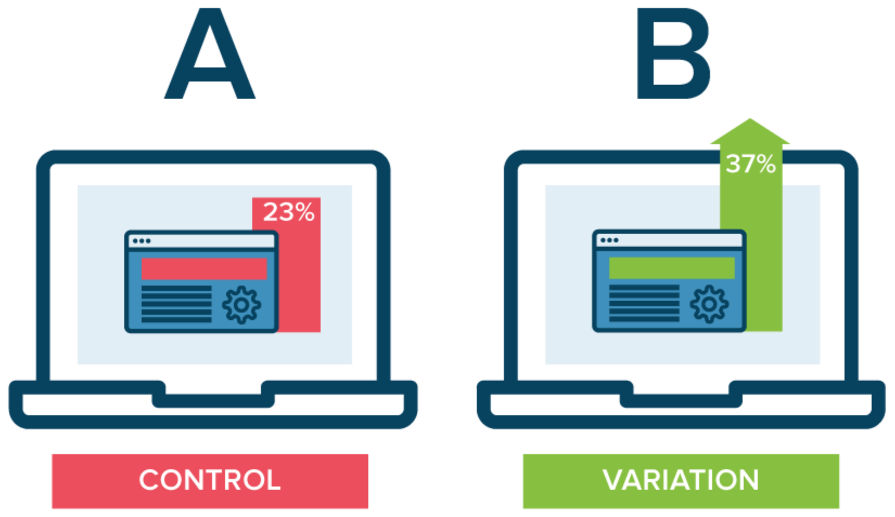
φ \ P	0,10	0,05
1	3,078	6,314
2	1,886	2,920
3	1,638	2,353
4	1,533	2,132
5	1,476	2,015
6	1,440	1,943
7	1,415	1,895
8	1,397	1,860
9	1,383	1,833
10	1,372	1,812
11	1,363	1,796
12	1,356	1,782
13	1,350	1,771
14	1,345	1,761
15	1,341	1,753
16	1,337	1,746
17	1,333	1,740
18	1,330	1,734
19	1,328	1,729
20	1,325	1,725
21	1,323	1,721
22	1,321	1,717

- Rejeitar ou não rejeitar H_0?
- O valor de **2,27** está dentro da região de rejeição. Deste modo, **rejeitamos a hipótese nula**, ou seja, **a equipe A levou mais tempo para finalizar o projeto**.

Problema

- Um teste A/B se refere a uma técnica utilizada para determinar qual design apresenta melhor conversão entre os possíveis consumidores.

- Por exemplo: Uma empresa deseja verificar se mantem a versão atual do site ou atualiza para uma nova versão.



Qual a versão do site a empresa deve adotar? Versão A ou B?

Resolução do problema

- O teste A/B foi realizado sendo obtidos os seguintes resultados:

Versão	Número de acessos	Tempo médio	Desvio-padrão tempo	Taxa de conversão
A	6000	60s	40s	1,5%
B	4000	62s	45s	2,0%

- Vamos seguir as etapas para testar a hipótese.

Teste t - resolução

- Etapa 1: Fixar a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1)

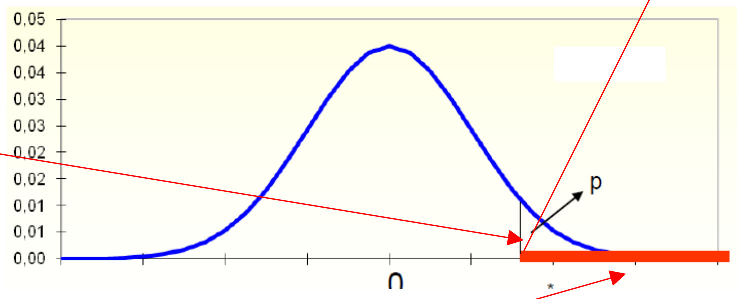
- $\boldsymbol{H_0: \mu_B \leq \mu_A}$ **ou** $\boldsymbol{H_0: \mu_B - \mu_A \leq 0}$
- $\boldsymbol{H_a: \mu_B > \mu_A}$ **ou** $\boldsymbol{H_a: \mu_B - \mu_A > 0}$

- Definir o estimador: **média**
- Fixar o nível de confiança: **95%**
- Calcular o valor da estatística teste t.

- $t = \dfrac{\bar{x}_B - \bar{x}_A}{\sqrt{\frac{s_B^2}{n_B} + \frac{s_A^2}{n_A}}} = \dfrac{62-60}{\sqrt{\frac{45^2}{4000} + \frac{40^2}{6000}}} = 2{,}27$

- $t_{9998,\,95\%} \cong 1{,}645$

1,645

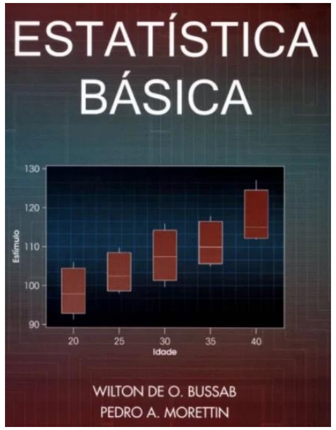


O valor de **2,27** está dentro da região de rejeição

- Rejeitar ou não rejeitar H_0?
- O valor de **2,27** está dentro da região de rejeição. Deste modo, **rejeitamos a hipótese nula**, ou seja, **a versão B apresentou melhor resultado**.

Onde estudar mais!

- Leitura



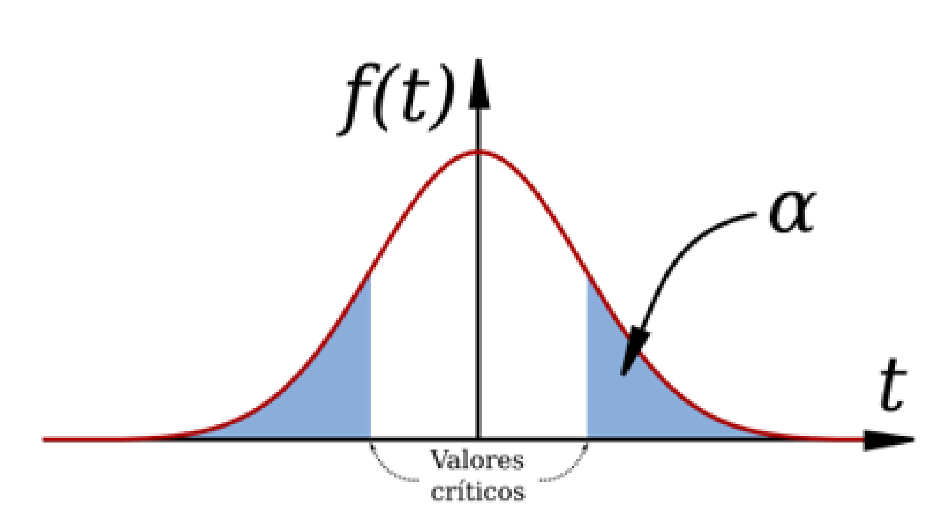
- Teste t e teste A/B: https://towardsdatascience.com/the-art-of-a-b-testing-5a10c9bb70a4

Vídeos

- Estatística t: https://pt.khanacademy.org/math/statistics-probability/significance-tests-one-sample/more-significance-testing-videos/v/z-statistics-vs-t-statistics
- Teste de hipótese: https://pt.khanacademy.org/math/statistics-probability/significance-tests-one-sample/more-significance-testing-videos/v/small-sample-hypothesis-test
- Teste de hipótese para proporções: https://pt.khanacademy.org/math/statistics-probability/significance-tests-one-sample/more-significance-testing-videos/v/large-sample-proportion-hypothesis-testing

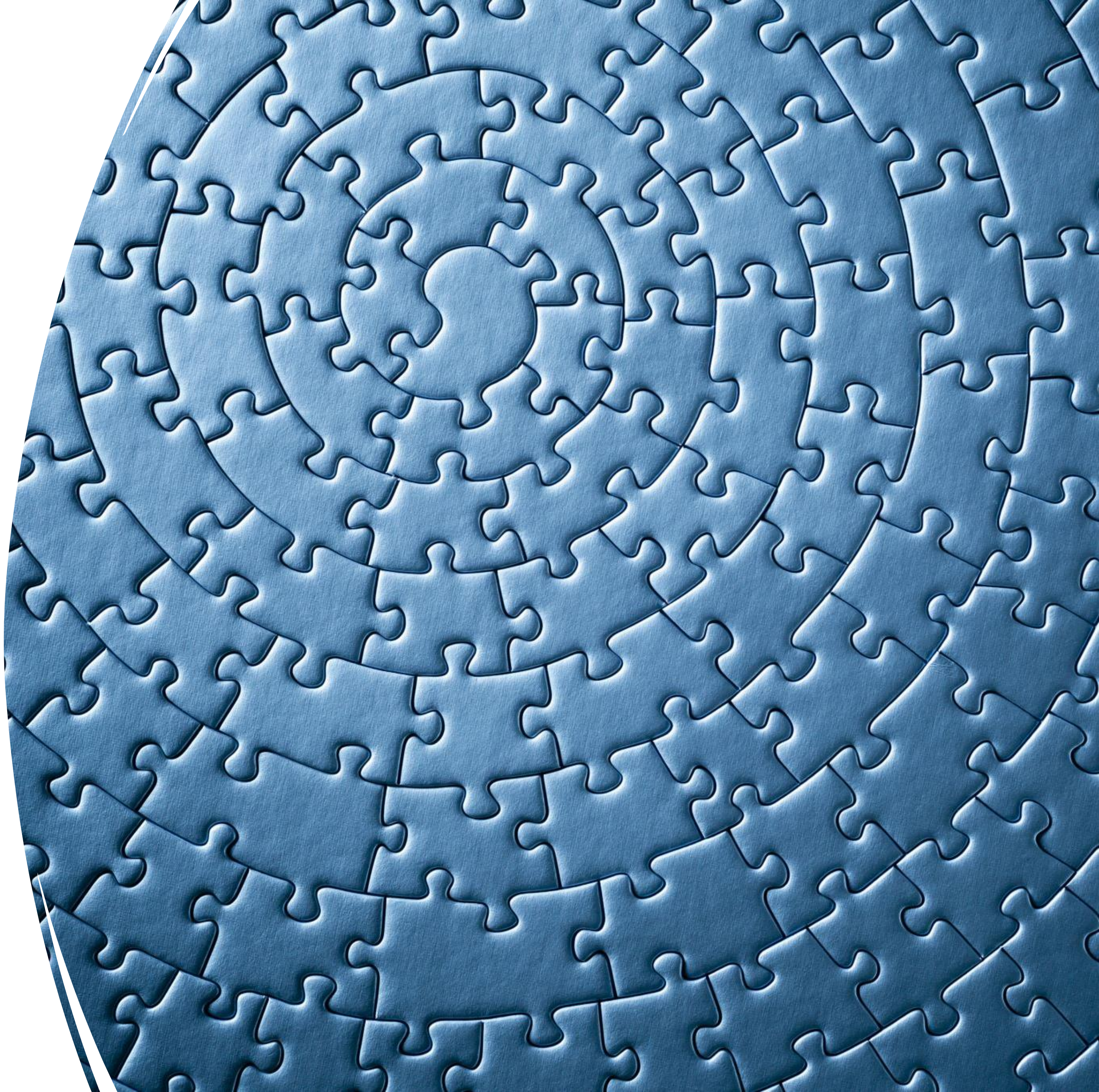
Prática
Conceitos iniciais

- Teste *t* de *Student* prática no *Python*



Conceitos

- Grau de liberdade
- Teste t com desvio padrão desconhecido
- Teste t com proporções
- Teste t para média de 2 populações



Grau de liberdade

- Os graus de liberdade são definidos pela quantidade de informação disponível para estimar parâmetros da população (média, mediana, desvio-padrão).

- O valor é determinado pelo número de dados da amostra e o número de parâmetros que são estimados.

- Ou seja, aumentar a amostra nos fornecerá mais graus de liberdade.

- No outro caso, adicionar parâmetros, diminuirá os graus de liberdade disponíveis.

Grau de liberdade

- Exemplo:
- Digamos que uma pessoa ganhou 7 cervejas de marcas diferentes e deseja tomar uma lata por dia:

- No primeiro dia ele terá 7 graus de liberdade, porque poderá escolher qualquer marca.
- No segundo dia ele terá 6 graus, porque já tomou umas das marcas ontem (no caso de análise de dados, vc estimou um parâmetro.)
- No último dia não haverá grau de liberdade, dado que terá que tomar a última marca que sobrou.

Grau de liberdade

Exemplo com dados:

Digamos que nossa amostra possui 5 pessoas com média de renda de R$2.500. Observe os dados:

Estas são as rendas:

id	A	B	C	D	E
renda	1500	3000	2000	1750	X

- Como temos as demais rendas e a renda média, o valor X deverá ser um valor que mantenha a média em R$2.500. Portanto, não temos grau de liberdade sobrando.

- No caso deverá ser R$4.250.

Procedimento Geral

Testes de hipóteses

Etapas:

- Fixar a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1).
- Definir qual estimador será utilizado (média, variância).
- Fixar o nível de confiança (90%, 95%, 99%).
- Utilizar os dados da amostra obtida para calcular o valor da estatística teste (t, F, Qui-Quadrado).
- Verificar se o valor da estatística teste esta contida ou não na região de rejeição. Caso esteja, rejeita H_0, contrário não rejeita H_0.

Teste *t*

- No Python, o teste *t* pode ser realizado pelo módulo *stats* do ***scipy***.

Parâmetros:

- x – vetor contendo os dados da primeira variável de interesse
- y – vetor contendo os dados da segunda variável de interesse
- mu (μ) – utilizado quando realizamos teste t para 1 amostra
- alternative: *two.sided* (≠), *less* (<), *greater* (>)
- conf.level: nível de confiança (90%, 95%, 99%).

Carregar os pacotes e dados

- Iremos trabalhar com os seguintes pacotes e dados:

```python
import numpy as np
import pandas as pd
from scipy import stats as st
```

```python
dados_profs = pd.read_csv('salarios_profs.csv',
                          sep = ';',
                          decimal = ',',
                          encoding = 'latin1')
```

Teste *t*

- Teste *t* para desvio padrão desconhecido:

Problema exemplo:

- Um determinado sindicato informa que o salário médio mensal de um professor de computação da USP é de R$20k. Para um nível de confiança de 95%, vamos testar esta hipótese.

Teste *t* - resolução

- Fixar a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1)

- $\boldsymbol{H_0: \mu \leq R\$\ 20k}$
- $\boldsymbol{H_a: \mu > R\$\ 20k}$

- Definir o estimador: **média**
- Fixar o nível de confiança: **95%**
- Vamos continuar as próximas etapas no *python*.

Teste *t* – resolução no Python

- Vamos estimar a média e desvio-padrão do conjunto de professores de computação:

```
dados_profs_filtrados = dados_profs[(dados_profs['FUNCAO'] == 'Professor Titular') & \
                                    (dados_profs['JORNADA'] == 'RDIDP') & \
                                    (dados_profs['UNID_ORGAO'] == 'ICMC')]
```

RDIDP – Dedicação exclusiva
ICMC – Instituto de computação

```
dados_profs_filtrados.groupby('UNID_ORGAO') \
                     .agg(media_salarial = pd.NamedAgg('SALARIO_MENSAL_LIQUIDO', 'mean'),
                          dp_salarial = pd.NamedAgg('SALARIO_MENSAL_LIQUIDO', 'std'),
                          n = pd.NamedAgg('SALARIO_MENSAL_LIQUIDO', 'count')) \
                     .reset_index()
```

Média salarial
Desvio-padrão
Número de professores

UNID_ORGAO	media_salarial	dp_salarial	n
ICMC	23877.174412	7878.579182	34

O salário médio dos 34 professores é de R$23.877. Vamos testar se este valor é estatisticamente maior que os R$20.000.

Teste *t* - Resolução

- Realizamos o Teste *t*:

Coluna de salários

```
st.ttest_1samp(a=dados_profs_filtrados['SALARIO_MENSAL_LIQUIDO'],
               popmean=20000,
               alternative = 'greater')
```

Valor a ser testado

Hipótese alternativa

```
Ttest_1sampResult(statistic=2.8695043816953416, pvalue=0.003559845465165561)
```

Valor da estatística *t*

Quando o *p-value* é menor que 0,05 podemos rejeitar a hipótese nula.

- Este resultado evidencia que a hipótese nula deve ser rejeitada, ou seja, **a média salarial dos professores é maior que 20k**.

Teste *t*

- Teste *t* para duas médias:

Problema exemplo:

- Os professores do Instituto de computação desejam comparar seus salários com os salários de professores de outras unidades. No caso, eles selecionaram os professores dos cursos de Administração, Economia e Contabilidade. Vamos testar a hipótese de que os salários sejam iguais.

Teste *t* - resolução

- Etapa 1: Fixar a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_a)

- $\boldsymbol{H_0: \mu_A = \mu_B}$ **ou** $\boldsymbol{H_0: \mu_A - \mu_B = 0}$
- $\boldsymbol{H_a: \mu_A \neq \mu_B}$ **ou** $\boldsymbol{H_a: \mu_A - \mu_B \neq 0}$

- Definir o estimador: **média**
- Fixar o nível de confiança: **95%**
- Vamos continuar no *python*.

Teste *t* – resolução no Python

- Vamos estimar a média e desvio-padrão do conjunto de professores de computação:

```
dados_profs_filtrados = dados_profs[(dados_profs['FUNCAO'] == 'Professor Titular') & \
                                    (dados_profs['JORNADA'] == 'RDIDP') & \
                                    (dados_profs['UNID_ORGAO'].isin(['FEA', 'ICMC']))]
```

RDIDP – Dedicação exclusiva
ICMC – Instituto de computação
FEA – Faculdade de Adm., Econ. e Cont.

```
dados_profs_filtrados.groupby('UNID_ORGAO') \
                    .agg(media_salarial = pd.NamedAgg('SALARIO_MENSAL_LIQUIDO', 'mean'),
                         dp_salarial = pd.NamedAgg('SALARIO_MENSAL_LIQUIDO', 'std'),
                         n = pd.NamedAgg('SALARIO_MENSAL_LIQUIDO', 'count')) \
                    .reset_index()
```

Média salarial
Desvio-padrão
Número de professores

UNID_ORGAO	media_salarial	dp_salarial	n
FEA	23604.992254	6177.725231	71
ICMC	23877.174412	7878.579182	34

Vamos testar se a diferença destas médias é estatisticamente diferente de zero.

Teste *t* - Resolução

- Realizamos o Teste *t*:

```
gr1 = dados_profs_filtrados[dados_profs_filtrados['UNID_ORGAO'] == 'FEA']['SALARIO_MENSAL_LIQUIDO']
gr2 = dados_profs_filtrados[dados_profs_filtrados['UNID_ORGAO'] == 'ICMC']['SALARIO_MENSAL_LIQUIDO']

st.ttest_ind(a=gr1, b=gr2, alternative='two-sided')
```

Salário por unidade

Hipótese alternativa

```
Ttest_indResult(statistic=-0.19279107673771528, pvalue=0.8475022218713747)
```

Valor da estatística *t*

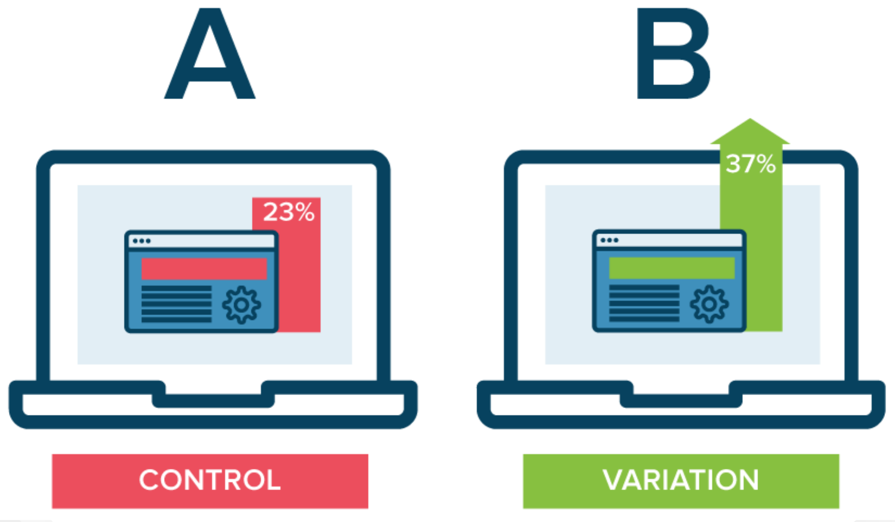
Quando o *p-value* é maior que 0,05 não podemos rejeitar a hipótese nula.

- Este resultado evidencia que a hipótese nula **NÃO** deve ser rejeitada, ou seja, **a diferença entre os salários dos professores é aproximadamente zero**.

Problema

- Um teste A/B se refere a uma técnica utilizada para determinar qual design apresenta melhor conversão entre os possíveis consumidores.

- Por exemplo: Uma empresa deseja verificar se mantem a versão atual do site ou atualiza para uma nova versão.



Qual a versão do site a empresa deve adotar? Versão A ou B?

Carregar os pacotes e dados

- Iremos trabalhar com os seguintes pacotes e dados:

```
import numpy as np
import pandas as pd
from scipy import stats as st
```

```
dados_ab = pd.read_csv('exampleDataABtest.csv')
```

group	time	clickedTrue
A	2016-06-02 02:17:53	0
A	2016-06-02 03:03:54	0
A	2016-06-02 03:18:56	1
B	2016-06-02 03:23:43	0
A	2016-06-02 04:04:00	0

Versão testada A/B

0 – usuário não clicou no link
1 – usuário clicou no link

Teste *t* - resolução

- Fixar a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1)

- $\boldsymbol{H_0: \mu_B \leq \mu_A}$ **ou** $\boldsymbol{H_0: \mu_B - \mu_A \leq 0}$
- $\boldsymbol{H_a: \mu_B > \mu_A}$ **ou** $\boldsymbol{H_a: \mu_B - \mu_A > 0}$

- Definir o estimador: **média**
- Fixar o nível de confiança: **95%**
- Calcular o valor da estatística teste t.

Teste *t* – resolução no R

- Vamos estimar as proporções:

```
dados_ab.groupby('group') \
       .agg(media_cliques = pd.NamedAgg('clickedTrue', 'mean'),
            dp_cliques = pd.NamedAgg('clickedTrue', 'std'),
            n = pd.NamedAgg('clickedTrue', 'count')) \
```

Média salarial
Desvio-padrão
Número de professores

	media_cliques	dp_cliques	n
group			
A	0.04	0.196155	500
B	0.08	0.271565	500

Vamos testar se a diferença destas proporções é estatisticamente diferente de zero.

Teste *t* - Resolução

- Realizamos o Teste *t*:

```
grA = dados_ab[dados_ab['group'] == 'A']['clickedTrue']
grB = dados_ab[dados_ab['group'] == 'B']['clickedTrue']
```

Cliques por versão

```
st.ttest_ind(a=grA, b=grB, alternative='less')
```

Hipótese alternativa

```
Ttest_indResult(statistic=-2.669938469060931, pvalue=0.003854891993757974)
```

Valor da estatística *t*

Quando o *p-value* é menor que 0,05 podemos rejeitar a hipótese nula.

- Este resultado evidencia que a hipótese nula **deve ser rejeitada**, ou seja, **a diferença entre as proporções de cliques é diferente de zero**. A versão B apresentou melhor taxa de conversão.

Obrigado!