

# Teste de hipóteses



# Quem eu sou?

## Mini biografia

- » Professor Adjunto (UFRJ)
- » Pesquisador
- » Doutor (UFSC), mestre (FURG) e bacharel (FURG) em Contabilidade



### » Tenho interesse em:

- Contabilidade Gerencial
- Gestão da Inovação
- Estatística



bettifrare



@bettifrare



@bettifrare

# Agenda

## Módulo 1

- » Noção geral
- » Probabilidade e distribuição dos dados
- » Testes paramétricos e não paramétricos
- » Os testes

## Módulo 2

- » Manuseio da base de dados
- » Softwares
- » Aplicações práticas

# Módulo 1

Teoria



# Noção geral

- Hipótese estatística
- Teste de hipótese
- Teste bicaudal x unicaudal
- Procedimentos com o *p-value*
- Tipos de erros
- Paramétrico x não paramétrico

# Hipótese estatística

O que nos vem a mente quando falamos em “hipótese”?

- » **Hipótese estatística** é uma suposição referente ao valor de um parâmetro populacional.
- » São exemplos de hipóteses estatísticas:
  - A altura media da população brasileira é 1,65 metros
  - A variância populacional dos salários é R\$ 5000,00
  - A proporção de gaúchos que são gremistas é 70%
- » Com base na suposição define-se uma hipótese nula ( $H_0$ ) e uma hipótese alternativa ( $H_1$ ).



# Teste de hipótese

E o que significa “testar”?

- » Um **teste de hipótese** é um procedimento para decisão sobre a veracidade ou falsidade de determinada hipótese.
- » População ( $N$ ) x Amostra ( $n$ )
  - É viável analisar toda a população?
  - Uso de amostras → pode gerar possíveis erros



# Teste bicaudal x unicaudal

Que bichos são esses?

» Teste bicaudal:

- $H_0: \theta = \theta_0$
- $H_1: \theta \neq \theta_0$

» Teste unicaudal:

- $H_0: \theta < \theta_0$
- $H_1: \theta > \theta_0$



# Procedimentos com o *p-value*

Um passo-a-passo

- » Procedimentos para a realização de um teste de hipóteses usando o *P value* (ou valor *p* ou *p* valor):
  - Formular a hipótese nula ( $H_0$ ) e a alternativa ( $H_1$ )
  - Determinar o nível de significância
  - Identificar a estatística de teste
  - Determinar o valor da estatística de teste e o valor *p* correspondente, com base em uma amostra
  - Comparar o valor *p* com o  $\alpha$ :
    - Se valor  $p \leq \alpha$  rejeita-se  $H_0$
    - Se valor  $p > \alpha$  não rejeita-se  $H_0$ .
  - Decidir e concluir.



# Tipos de erros

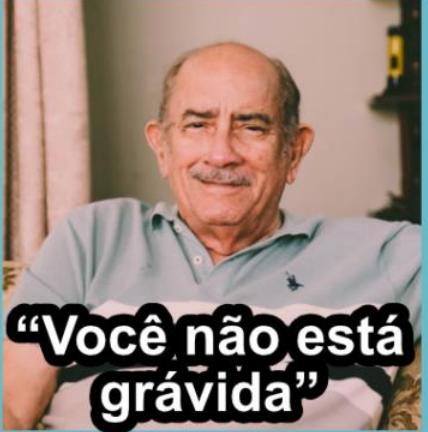
Dois tipos principais

## » Erro do tipo 1:

- Rejeitar a hipótese nula quando ela for verdadeira. A probabilidade desse tipo de erro é representada por  $\alpha$ :
- $P(\text{erro do tipo 1}) = P(\text{rejeitar } H_0 \mid H_0 \text{ é verdadeira}) = \alpha$

## » Erro do tipo II:

- Não rejeitar a hipótese nula quando ela for falsa. A probabilidade desse tipo de erro é representada por  $\beta$ :
- $P(\text{erro do tipo II}) = P(\text{não rejeitar } H_0 \mid H_0 \text{ é falsa}) = \beta$

	Rejeitar $H_0$	Não rejeitar $H_0$
$H_0$ verdadeira		
$H_0$ falsa		

# Paramétrico x não paramétrico

O que é cada um?

» **Testes de hipóteses paramétricos:**

- Conhecimento da distribuição dos dados.
- Normalmente supõe normalidade e homogeneidade dos dados

» **Testes de hipóteses não paramétricos:**

- Não exigem pressupostos tão fortes.
- Não supõe o conhecimento da distribuição dos dados.





# Probabilidade e distribuição de dados

- Distribuição normal
- Curva de Gauss
- Testes de normalidade

# Distribuição normal

Pressuposto básico para o teste de hipóteses. Atenção!

- » A distribuição normal é definida pela seguinte função de densidade de probabilidade, onde  $\mu$  é a média da população e  $\sigma^2$  é a variância:

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, -\infty \leq x \leq \infty, \quad (1)$$

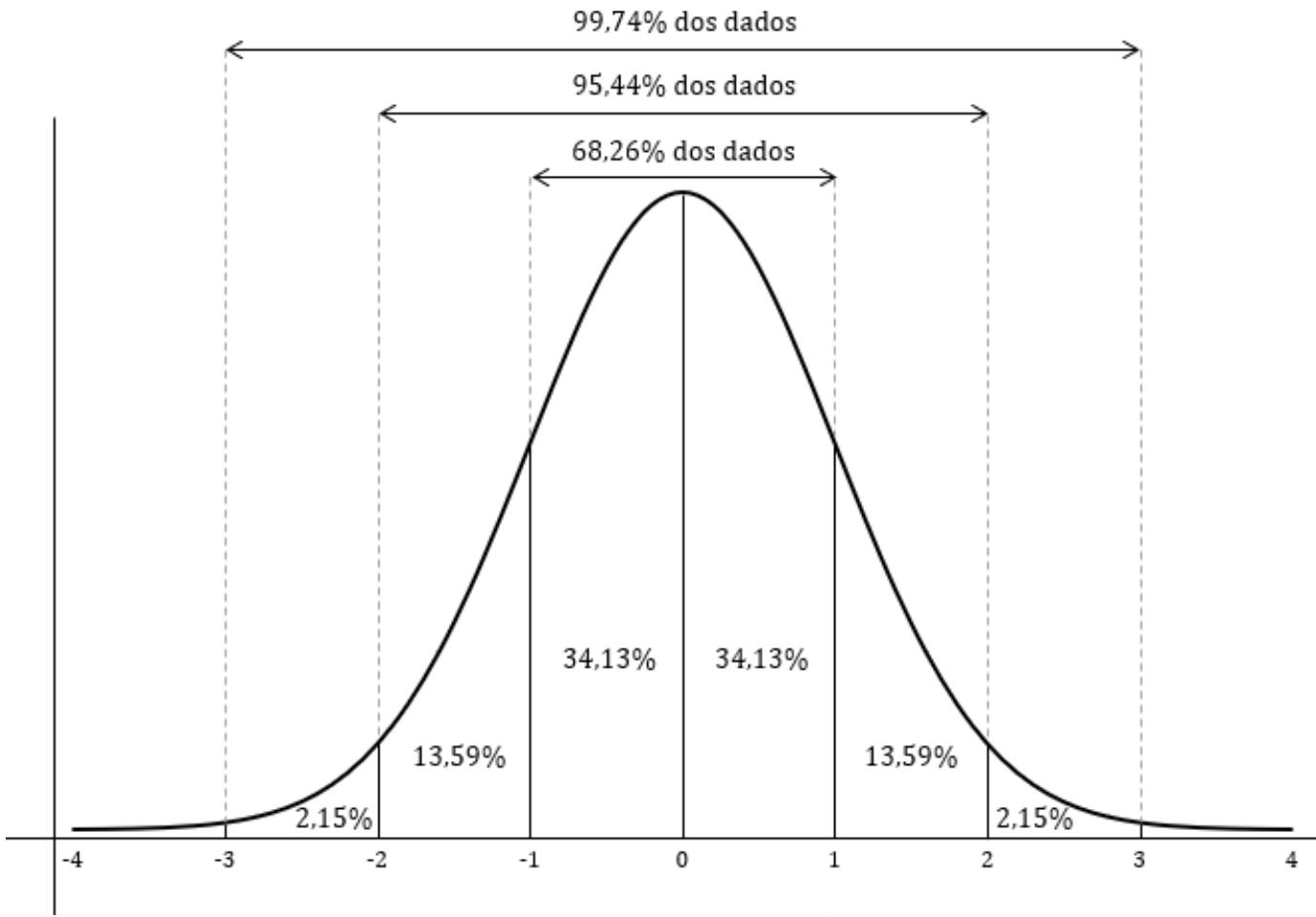
em que  $\pi$  representa uma constante matemática com valor aproximado 3,14159

- » A distribuição normal tem as seguintes características:
  - A curva da distribuição tem forma de sino e é simétrica em relação a média ( $\mu$ );
  - O ponto máximo da função  $f(x)$  corresponde a média ( $\mu$ ).



# Curva de Gauss

Quem foi Gauss? Como ele tem a ver com a distribuição normal?



# Curva de Gauss

Exemplo da distribuição normal (gaussiana)

- » Suponha que a media de peso dos recém-nascidos no Hospital X, no ano de 2022, é de 2800 gramas (g) com desvio padrão de 500 gramas. Desse modo:
  - $P(2300 \leq X \leq 3300) = 0,683$ .
  - $P(1800 \leq X \leq 3800) = 0,955$ .
  - $P(1300 \leq X \leq 4300) = 0,997$ .
- » Assim, podemos dizer que cerca de 68% dos recém-nascidos pesam entre 2300g e 3300g. O peso de aproximadamente 95% dos recém-nascidos está entre 1800g e 3800g. Praticamente todos os bebes desta população nascem com peso no intervalo (1300, 4300).



# Curva de Gauss

Ah, na vida real isso nem existe... Será mesmo?

» Facilmente visualizamos a distribuição normal (gaussiana) em variáveis como:

- Altura humana
- Peso corporal
- Erros de medição (ex.: temperatura ou comprimento)
- Notas em testes
- Tempo de reação
- Dados de processos industriais



# Testes de normalidade

Como saber a distribuição que uma variável segue?

- » O teste **Kolmogorov-Smirnov** e o teste **Shapiro-Wilk** podem ser usados com a finalidade de identificar se uma amostra ou um conjunto de dados segue uma distribuição normal.
- » Em amostras menores (4 a 30 observações) é preferível usar o teste Shapiro-Wilk.





# Testes paramétricos e não paramétricos

- Amostras dependente x independente
- 2 amostras x mais de 2 amostras
- Os testes

# Dependentes x independentes

Também conhecido por “pareada” x “não pareada”

- » **Amostra dependente ou pareada:** ocorre quando uma amostra é relacionada com outra amostra.
  - *Exemplo:* Queremos saber se um treinamento de gestão aumenta a produtividade dos funcionários de uma determinada empresa. Faz-se um teste de aptidão antes e depois do treinamento. Ambas amostras são dependentes.
- » **Amostra independente ou não pareada:** quando não há relação entre as amostras.
  - *Exemplo:* Comparamos o desempenho de funcionários de duas empresas diferentes.



# 2 amostras x mais de 2 amostras

Outro parâmetro que gera diferentes consequências

- » Tanto para a lógica paramétrica como a não paramétrica, existem diferentes testes de acordo com a quantidade de grupos.
- » Portanto, é estritamente importante compreender quantos grupos eu vou analisar.



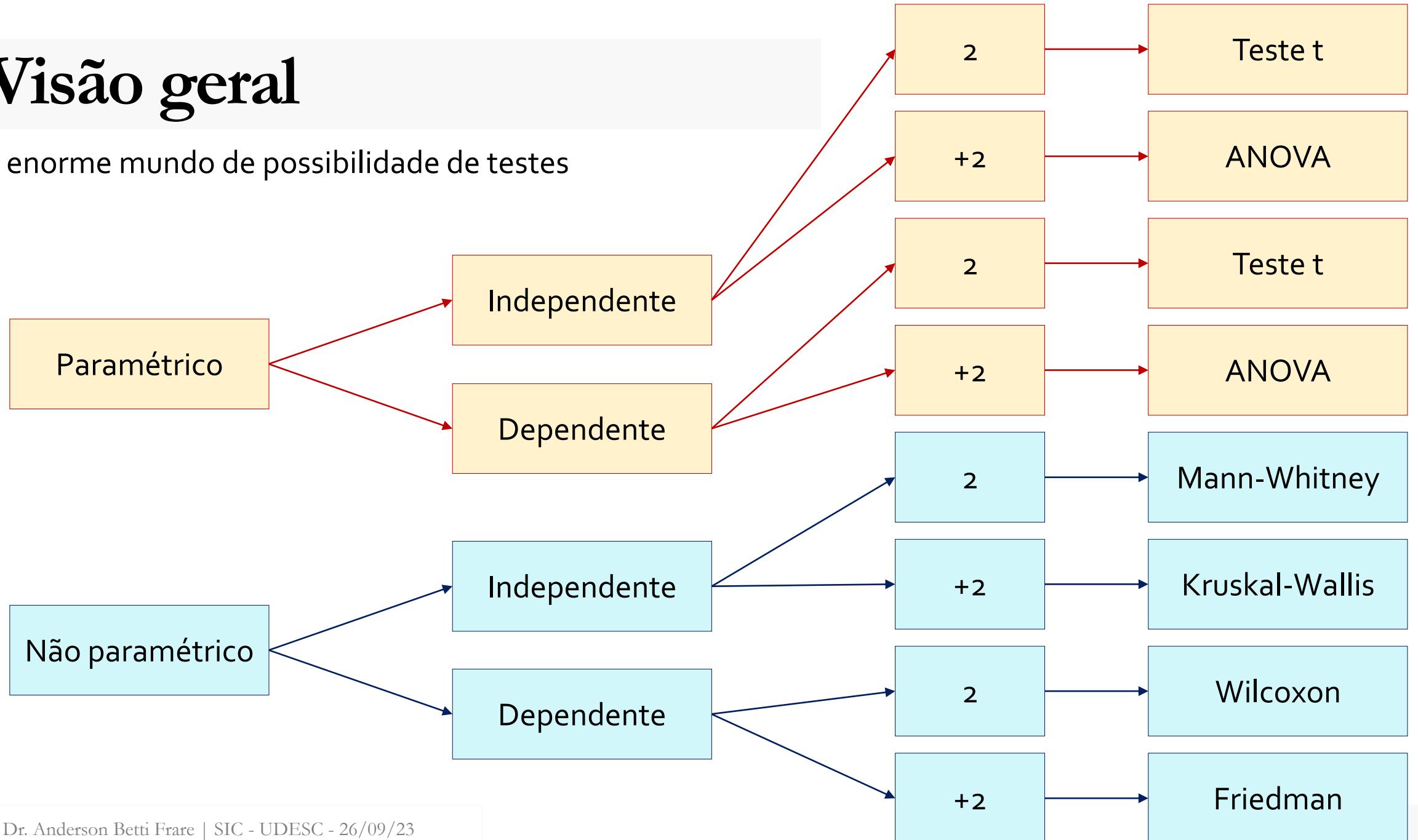


# Os testes

- Visão geral
- Os principais

# Visão geral

Um enorme mundo de possibilidade de testes



# Teste $t$

Paramétrico, grupos dependentes ou independentes, 2 grupos

- » **Teste  $t$**  é um exemplo de teste paramétrico. Esse teste é usado para testar uma afirmação sobre a média populacional, ou fazer a comparação entre a média de duas populações.
- » É recomendado para a situação em que a variância populacional é desconhecida.



# Teste de Levene

Um passo antes de testes paramétricos, como o teste  $t$

- » O **teste de Levene** é uma estatística inferencial usada para avaliar a igualdade de variâncias de uma variável calculada para dois ou mais grupos.
- » **Hipótese nula:** Homogeneidade na variância ou homocedasticidade; Hipótese alternativa: Heterogeneidade na variância.



# Mann-Whitney

Não paramétrico, grupos independentes, 2 grupos

- » O teste de **Mann-Whitney** é indicado para comparação de dois grupos não pareados (independentes) para se verificar se pertencem ou não a mesma população.
- » **Hipótese nula:** ambos grupos apresentam a mesma mediana.
- » **Hipótese alternativa:** ambos grupos apresentam uma mediana diferente.



# Wilcoxon

Não paramétrico, grupos dependentes, 2 grupos

- » Mesma lógica de **Mann-Whitney**, apenas muda que é aplicado para amostras dependentes (pareadas)



# ANOVA

Paramétrico, grupos dependentes ou independentes, 2 ou mais grupos

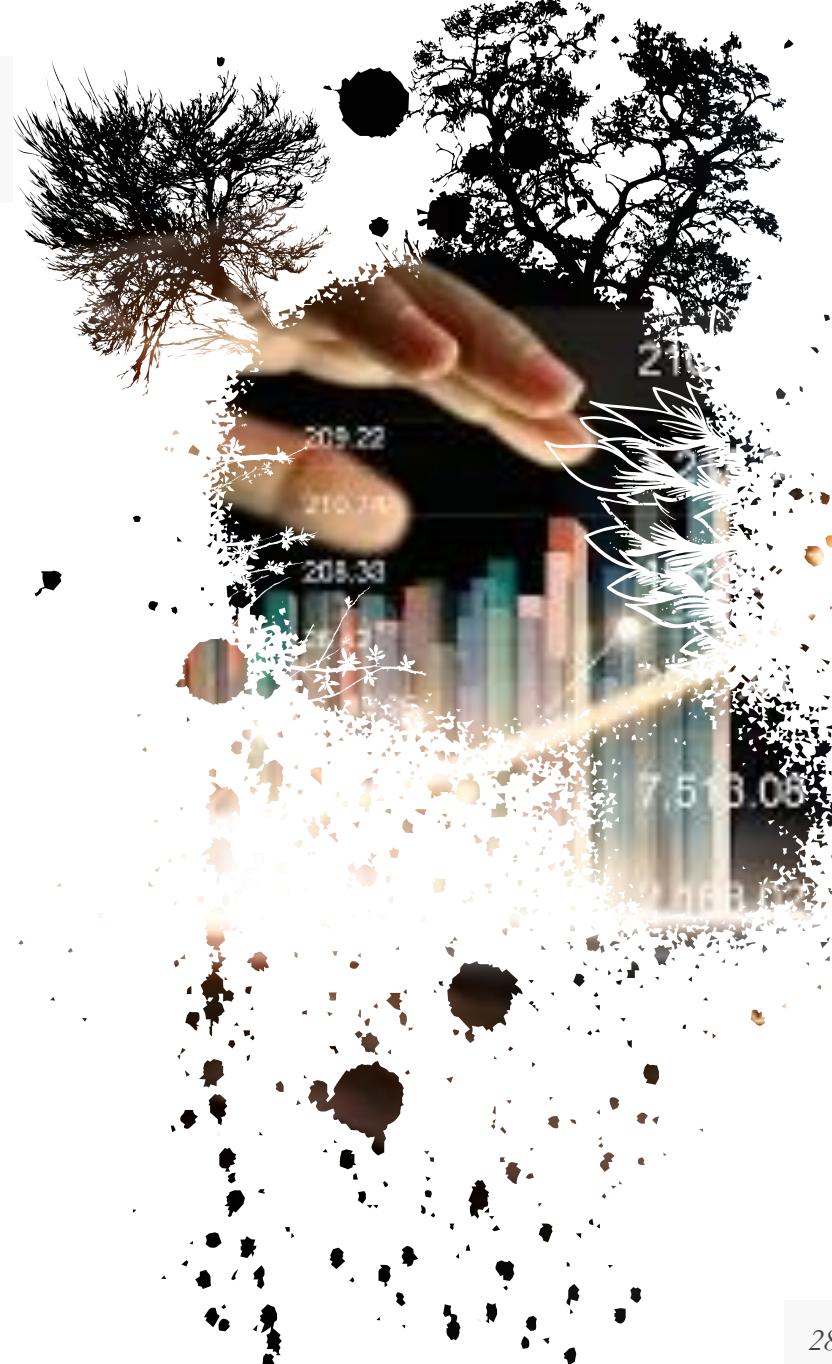
- » O **teste ANOVA** (Analise de Variância) é usado para situação que queremos testar alguma informação sobre a média para mais de 2 grupos.
- » **Hipótese nula:** os grupos provem de populações com médias iguais.
- » **Hipótese alternativa:** nem todas as medias são iguais, ou seja, pelo menos um grupo provem de uma população com média diferente.



# ANOVA

Paramétrico, grupos dependentes ou independentes, 2 ou mais grupos

- » Na situação em que o teste ANOVA resultar um  $p$ -valor menor que o nível de significância, temos evidência de que pelo menos um grupo se diferencia dos demais.
- » Essa é uma resposta interessante, no entanto, ela não é suficiente na maioria dos casos, pois queremos saber qual ou quais grupos são discrepantes.
- » Para isso existem alguns testes de médias. No entanto, o mais utilizado é o teste Tukey. A interpretação do teste Tukey é fácil. **Para as situações em que o  $p$ -valor for menor que o nível de significância, pode-se dizer que existe diferença significativa.**
- » Para a ANOVA é preciso que a variância entre os grupos seja homogênea.



# Kruskal-Wallis

Não paramétrico, grupos independentes, 2 grupos ou mais

- » O teste de **Kruskal-Wallis** é um teste não paramétrico equivalente ao ANOVA.
- » Esse teste é utilizado para determinar se existe ou não diferença significativa entre as medianas de três, ou mais grupos independentes. As hipóteses do teste são:
- » **Hipótese nula:** Não há diferença na distribuição, ou seja, os dados provem de populações com a mesma distribuição (as hipóteses também podem ser escritas em torno da mediana).
- » **Hipótese alternativa:** Há diferença na distribuição, ou seja, pelo menos um grupo provém de uma população com uma distribuição distinta.



# Friedman

Não paramétrico, grupos dependentes, 2 grupos ou mais

- » Mesma lógica de **Kruskal-Wallis**, apenas muda que é aplicado para amostras dependentes (pareadas)



# Módulo 2

Prática



# Manuseio da base de dados

- Variáveis
- Linhas x colunas
- Formato

# Variáveis

## Cuidados iniciais

- » Assegurar que as respostas estejam em valores numéricos
- » Nomes de variáveis simples, sem caracteres e espaços
- » Proibido repetir nomes de variáveis



# Linhas x colunas

Matriz de dados

- » Linhas: Casos
- » Colunas: Variáveis



# Formato

## Tipos de arquivos permitidos

- » Excel: \*.xlsx
- » Bloco de notas: \*.csv
- » SPSS: \*SAV





# Softwares

- Uma visão geral
- O SPSS

# Uma visão geral

Breve panorama dos softwares existentes

- » SPSS
- » Stata
- » JASP
- » JAMOVI
- » R
- » Python



# O SPSS

Software que utilizaremos nesse workshop

- » Amplamente utilizado
- » Interface muito amigável
- » Vários tutoriais gratuitos na internet
- » Constantes atualizações e aperfeiçoamentos





# Aplicações práticas

- Bases de dados

# Bases de dados

Pegar as bases com o professor

» Base → Cartoes.xlsx

- Gastos de cartão de crédito (Ccred)
- Gênero (GEN) – 1 homem e 2 mulher
- Agencia – 3 agências diferentes



# Obrigado!!

*Dúvidas, comentários ou sugestões?*

