

# Estatística Não Paramétrica

com uso de softwares

Angelo Cabral

UFPR

16 de novembro de 2015

## 1 Softwares Utilizados

## 2 Exemplos

- R
- BioEstat
- SPSS
- Statistica

# Softwares Utilizados

## Softwares Utilizados

R versão 3.0.1

BioEstat versão 5.3

SPSS versão 20

Statistica versão 7

### R

- Desenvolvido pela R Foundation desde 1993;
- Versão atual: 3.2.2 (agosto de 2015);
- Licença: gratuito (open source);
- Linguagem de programação;
- Versões para Windows, Linux e Mac OS;
- Disponível em [www.r-project.org](http://www.r-project.org)

### Vantagens

- Possibilidade de adicionar e criar novas funções;
- Maior controle sobre as funções;
- Operações aritméticas;
- Integração com o  $\text{\LaTeX}$ ;
- Ótima documentação (em inglês).

### Desvantagens

- Interface simples;
- Dificuldade de uso;
- Recomendado conhecimentos básicos de programação.

### BioEstat

- Desenvolvido pelo Instituto MAMIRAUÁ;
- Versão atual: 5.3 (2011);
- Licença: gratuito;
- Versão apenas para Windows;
- Enfoque nas áreas biológicas;
- Pouco conhecido;
- Disponível em [www.mamiraua.org.br](http://www.mamiraua.org.br)

## Vantagens

- Em português;
- Facilidade de uso;
- Voltado para estudantes e professores;
- Grande quantidade de testes implementados;
- Sugestão de testes.

## Desvantagens

- Modifica o sistema decimal do Windows;
  - Corrigir através do painel de controle.
- Pequena documentação.



### SPSS

- Desenvolvido pela IBM desde 1968;
- Versão atual: 23 (março de 2015);
- Licença: comercial
  - Versão base: 1.140 dólares (R\$ 4.384<sup>a</sup>);
  - Versão premium: 7.590 dólares (R\$ 29.188).
- Versões Windows, Linux (Red Hat) e Mac OS;
- Voltado para ciências sociais;
- Versão de avaliação disponível em [www.ibm.com/software/analytics/spss](http://www.ibm.com/software/analytics/spss)

---

<sup>a</sup>Dólar cotado a R\$ 3,8456 em 13/11/2015

### Vantagens

- Facilidade na entrada e importação dos dados;
- Grande quantidade de testes implementados;
- Possibilidade de realizar vários testes simultaneamente.

### Desvantagens

- Entrada somente de dados brutos;
- Menus pouco intuitivos;
- Pouco controle sobre as funções.

### Statistica

- Desenvolvido pela StatSoft desde 1984;
  - Adquirida pela Dell em março de 2014.
- Versão atual: 13 (setembro de 2015);
- Licença: comercial;  
Versão base: 1.193 dólares (R\$ 4.588);  
Versão advanced: 2.093 dólares (R\$ 8.049).
- Versão para Windows;
- Versão de avaliação disponível em  
<http://software.dell.com/products/statistica>

### Vantagens

- Facilidade na entrada e importação dos dados;
- Facilidade na análise de tabelas de contingência 2x2.

# Softwares Utilizados

R, BioEstat, SPSS e Statistica

**Desvantagem em todos os softwares utilizados**

Para alguns testes é fornecido apenas o p-valor aproximado.

## Outros Softwares

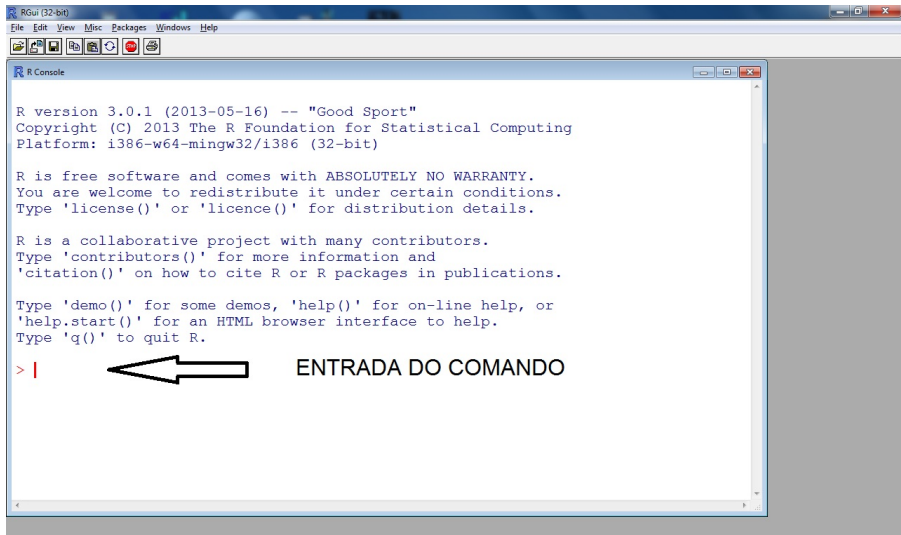
Foram testados também os softwares Statgraphics (versão Centurion XVI) e Minitab (versão 16), mas por possuírem poucos testes não paramétricos, não entraram nesta análise.

# Exemplos

R



# Interface do R



```
RGui (32-bit)
File Edit View Misc Packages Windows Help
R Console
R version 3.0.1 (2013-05-16) -- "Good Sport"
Copyright (C) 2013 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: i386-w64-mingw32/i386 (32-bit)

R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

> |
```

ENTRADA DO COMANDO

# Exemplo no R – Qui-quadrado

## Exemplo 2 – página 16

A tabela dada a seguir apresenta o número observado de falhas mecânicas, por hora, em uma linha de montagem a partir de um experimento com duração de 40 horas.

**Tabela:** Distribuição do número de falhas mecânicas por hora em uma linha de montagem.

| Falhas          | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | + de 7 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| Freq. Observada | 0   | 6   | 8   | 11  | 7   | 4   | 3   | 1   | 0      |
| Freq. Esperada  | 1,6 | 5,2 | 8,3 | 8,9 | 7,1 | 4,6 | 2,4 | 1,1 | 0,7    |

Um engenheiro afirma que o processo descrito acima segue uma distribuição de Poisson com média igual a 3,2.

Como a tabela dada apresenta mais de 20% das frequências com valores inferiores a 5 devemos unir as categorias. Assim:

**Tabela:** Junção das categorias em que as frequências são inferiores ao valor 5.

| Falhas          | 0 e 1 | 2   | 3   | 4   | 5 ou mais |
|-----------------|-------|-----|-----|-----|-----------|
| Freq. Observada | 6     | 8   | 11  | 7   | 8         |
| Freq. Esperada  | 6,8   | 8,3 | 8,9 | 7,1 | 8,8       |

# Exemplo no R – Qui-quadrado

## Exemplo 2 – página 16

The screenshot shows the RGui (32-bit) window with the R Console open. The console contains the following code and output:

```
> Oi <- c(6, 8, 11, 7, 8)
> Ei <- c(6.8, 8.3, 8.9, 7.1, 8.8)
> chisq.test(x=Oi, p=Ei, rescale.p=TRUE)
```

Chi-squared test for given probabilities

```
data: Oi
X-squared = 0.6727, df = 4, p-value = 0.9547
> |
```

Hand-drawn arrows point from the following text labels to the corresponding parts of the code and output:

- FREQUÊNCIAS OBSERVADAS (points to `Oi`)
- FREQUÊNCIAS ESPERADAS (points to `Ei`)
- COMANDO PARA O TESTE (points to `chisq.test`)
- RESULTADO (points to the output line `X-squared = 0.6727, df = 4, p-value = 0.9547`)

# Exemplo no R – McNemar

## Exemplo 2 – página 27

Numa campanha política, após uma série de fatos divulgados com o objetivo de denegrir a imagem do candidato B em favor do candidato A, investigou-se as mudanças ocorridas com relação à preferência do eleitorado. Os resultados foram os seguintes.

|              |          | <b>Depois</b> |     |  |
|--------------|----------|---------------|-----|--|
| <b>Antes</b> | <b>A</b> | <b>B</b>      |     |  |
| <b>A</b>     | 83       | 47            | 130 |  |
| <b>B</b>     | 18       | 52            | 70  |  |
|              | 101      | 99            |     |  |

# Exemplo no R – McNemar

## Exemplo 2 – página 27

```
RGui (32-bit)
File Edit View Misc Packages Windows Help
[Icons]
R Console
> a <- c(83, 47)
> b <- c(18, 52)
>
> x <- rbind(a, b)
>
> mcnemar.test(x, correct=FALSE)

McNemar's Chi-squared test

data: x
McNemar's chi-squared = 12.9385, df = 1, p-value = 0.0003219
> |
```

VETOR COM A PRIMEIRA LINHA DA TABELA

VETOR COM A SEGUNDA LINHA DA TABELA

UNE OS VETORES POR LINHA EM UMA MATRIZ

COMANDO PARA O TESTE

RESULTADO

# BioEstat

# Interface do BioEstat

BioEstat 5.3

Arquivo Editar Estatísticas Graficos Sugestões Configurar Ajuda

Escolha um teste

**FUNÇÕES NO MENU**

Dados 1

|    | - 1 - | - 2 - | - 3 - | - 4 - | - 5 - | - 6 - | - 7 - | - 8 - |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 3  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 4  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 5  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 6  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 7  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 8  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 9  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 10 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 11 |       |       |       |       |       |       |       |       |

**ENTRADA DOS DADOS**

Min = 0 | Max = 0 | Soma = 0 | Média = 0,000 | Escores = 0 | Col 1 Lin: 1 | NUM | 25/09/201

# Exemplo no BioEstat – Qui-quadrado

## Exemplo 1 – página 16

Deseja-se testar se a posição de largada de um cavalo (por dentro ou por fora) influencia no resultado de uma corrida de cavalos.

**Tabela:** Distribuição do número de vitórias dos cavalos segundo a posição de largada.

| <b>Posição</b>            | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Número de Vitórias</b> | 29       | 19       | 18       | 25       | 17       | 10       | 15       | 11       |
|                           | 18*      | 18*      | 18*      | 18*      | 18*      | 18*      | 18*      | 18*      |

\* Resultado esperado pela hipótese nula



# Exemplo no BioEstat – Qui-quadrado

## Exemplo 1 – página 16

The screenshot shows the BioEstat 5.3 software interface. The main window displays the 'Teste do Qui-Quadrado: Aderência' menu, which is open to show various statistical tests. A sub-menu is also open, highlighting 'Qui-Quadrado: Proporções Esperadas Iguais'. A black arrow points to this option. The 'Dados 1' window is open, showing a data entry table with 8 columns and 3 rows. The first column is labeled '1' and contains the values 29.000, 19.000, and 18.000. The second column is labeled '2' and contains 25.000, 17.000, and 10.000. The third column is labeled '3' and contains 15.000 and 11.000. A blue highlight is on the cell containing 11.000, and a black arrow points to it. The status bar at the bottom shows: Min = 10, Max = 29, Soma = 144, Média = 18.000, Escores = 8, Col 1 Lin: 9, NUM 25/09/201.

**SELEÇÃO DO TESTE**

- Amostragem
- Análise Multivariada
- Análise de Sobrevida
- Análise da Variância
- Bootstrap - Reamostragem
- Correlação
- Estatísticas Circulares
- Distribuição de Probabilidades
- Uma Amostra
  - Iterações (Runs Test)
  - Kolmogorov-Smirnov
  - Lilliefors (k amostras)
  - Qui-Quadrado: Proporções Esperadas Iguais**
  - Qui-Quadrado: Proporções Esperadas Desiguais
- Duas Amostras Independentes
- Duas Amostras Relacionadas
- Estatística Descritiva
- Estimação de Parâmetros
- Meta-Análise
- Normalidade
- Qui-Quadrado
- Regressão
- Tamanho das Amostras
- Transformação e Ordenação

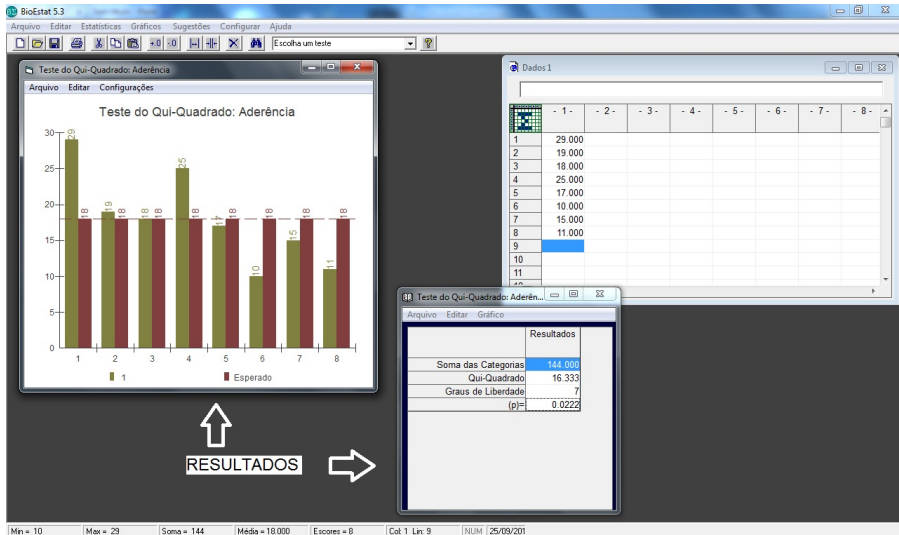
**ENTRADA DOS DADOS**

|   | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 29.000 |   |   |   |   |   |   |   |
| 2 | 19.000 |   |   |   |   |   |   |   |
| 3 | 18.000 |   |   |   |   |   |   |   |

Min = 10    Max = 29    Soma = 144    Média = 18.000    Escores = 8    Col 1 Lin: 9    NUM 25/09/201

# Exemplo no BioEstat – Qui-quadrado

## Exemplo 1 – página 16



# Exemplo no BioEstat – McNemar

## Exemplo 1 – página 26

Dois supermercados A e B disputam a preferência dos consumidores de uma cidade. O supermercado A realiza então uma campanha com distribuição de prêmios para aumentar a sua clientela. 100 consumidores foram acompanhados antes e depois da campanha, onde se perguntou a cada um deles sobre a sua preferência. Os resultados seguem abaixo:

|              |          | <b>Depois</b> |    |  |
|--------------|----------|---------------|----|--|
| <b>Antes</b> | <b>A</b> | <b>B</b>      |    |  |
| <b>A</b>     | 37       | 3             | 40 |  |
| <b>B</b>     | 13       | 47            | 60 |  |
|              | 50       | 50            |    |  |

Teste agora a eficiência da campanha.

# Exemplo no BioEstat – McNemar

## Exemplo 1 – página 26

The screenshot shows the BioEstat 5.3 interface. In the background, a data entry window titled 'Dados 1' contains a grid with columns labeled -1- through -8- and rows numbered 1 to 11. A blue highlight is visible in the first row, first column. Overlaid on this is the 'Teste de McNemar' dialog box. The 'Dados' section of the dialog box contains a 2x2 contingency table with the following values:

|               | A  | B  | Total / Linha |
|---------------|----|----|---------------|
| 1             | 37 | 13 | 50            |
| 2             | 3  | 47 | 50            |
| Total / Linha | 50 | 50 | 100           |

The 'Resultados' section shows the p-value for the B/C comparison as 0.0213, calculated by the exact method. An arrow points from the 'Dados' section to the text 'ENTRADA DOS DADOS', and another arrow points from the p-value to the text 'RESULTADO'.

Min = 0    Max = 0    Soma = 0    Média = 0.000    Escores = 0    Col 1 Lin: 1    NUM | 28/09/201

# Exemplo no BioEstat – Sinais

## Exemplo 1 – página 29

Para se testar a eficiência de um novo herbicida, foram analisadas 10 áreas. Em cada área, observou-se se a quantidade de ervas daninhas aumentou (+) ou diminuiu (-). Os dados foram os seguintes:

**Tabela:** Resultado da aplicação do herbicida nas 10 áreas.

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| <b>Área</b>  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| <b>Sinal</b> | + | + | + | + | - | + | + | + | + | +  |

Verifique se o herbicida foi eficiente.

# Exemplo no BioEstat – Sinais

## Exemplo 1 – página 29

The screenshot displays the BioEstat 5.3 interface. The 'Teste dos Sinais' menu is open, showing various statistical tests. The 'Sinais' option is highlighted, and a sub-menu is visible with 'Sinais' selected. A black arrow points to this selection, with the text 'SELEÇÃO DO TESTE' overlaid. To the right, the 'Dados 1' window shows a data entry grid. The first column contains values 1 through 11, and the second column contains values 1.000 and 0.000. A black arrow points to the data entry area, with the text 'ENTRADA DOS DADOS' overlaid. The status bar at the bottom shows: Min = 0, Max = 1, Soma = 9, Média = 0.900, Escores = 10, Col 1 Lin: 1, NUM 26/09/201.

**SELEÇÃO DO TESTE**

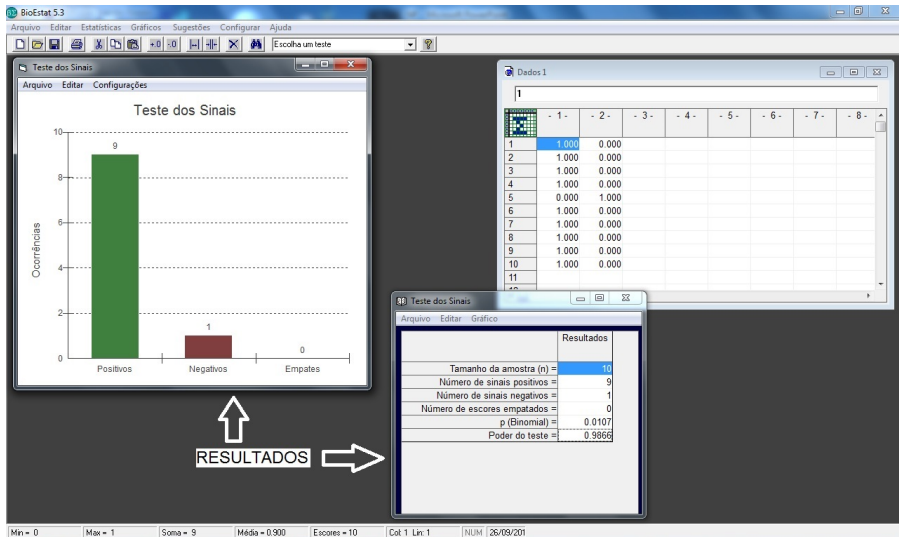
**ENTRADA DOS DADOS**

|    | - 1 - | - 2 - | - 3 - | - 4 - | - 5 - | - 6 - | - 7 - | - 8 - |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 1.000 | 0.000 |       |       |       |       |       |       |
| 2  | 1.000 | 0.000 |       |       |       |       |       |       |
| 3  | 1.000 | 0.000 |       |       |       |       |       |       |
| 4  | 1.000 | 0.000 |       |       |       |       |       |       |
| 5  | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |
| 6  | 1.000 | 0.000 |       |       |       |       |       |       |
| 7  | 1.000 | 0.000 |       |       |       |       |       |       |
| 8  | 1.000 | 0.000 |       |       |       |       |       |       |
| 9  | 1.000 | 0.000 |       |       |       |       |       |       |
| 10 | 1.000 | 0.000 |       |       |       |       |       |       |
| 11 |       |       |       |       |       |       |       |       |

Min = 0    Max = 1    Soma = 9    Média = 0.900    Escores = 10    Col 1 Lin: 1    NUM 26/09/201

# Exemplo no BioEstat – Sinais

## Exemplo 1 – página 29



# Exemplo no BioEstat

## Escolha do teste

The screenshot displays the BioEstat 5.3 application window. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Estatísticas', 'Gráficos', 'Sugestões', 'Configurar', and 'Ajuda'. The 'Estatísticas' menu is open, showing options like 'Estatísticas', 'Gráficos', 'Sugestões', 'Configurar', and 'Ajuda'. A white arrow points to the 'Sugestões' option, which is highlighted. Below the arrow, the text 'SELEÇÃO NO MENU' is written in a white box.

In the bottom-left corner, there is a 'Dados 1' window showing a data grid with columns labeled -1- through -8- and rows numbered 1 to 11. The first cell in the first row is highlighted in blue.

In the bottom-right corner, there is a 'Testes de hipótese - Sugestões' window. It contains three columns: 'AMOSTRAS' (1 amostra), 'VARIÁVEIS' (1 variável), and 'DADOS' (Ordenativos). The 'TESTE SUGERIDO' section lists 'Kolmogorov-Smirnov [aderência]', 'Qui-Quadrado [aderência]', and 'Teste G [aderência]'. Below this, there are buttons for '<< Dados' and 'Saír'. The window also contains a description of the Kolmogorov-Smirnov test and its formulas:

\* KOLMOGOROV-SMIRNOV \*

Teste estatístico destinado a medir o grau de concordância entre a distribuição acumulada de valores observados da amostra com os dados teoricamente esperados (teste de aderência ou "goodness-of-fit").

$k$  = número de postos  
 $N$  = tamanho da amostra  
 $F_0(X)$  = distribuição teórica acumulada  
 $S_n(X)$  = distribuição amostral acumulada  
 $D$  = máximo  $|F_0(X) - S_n(X)|$

At the bottom of the main window, a status bar shows: 'Min = 0', 'Max = 0', 'Soma = 0', 'Média = 0,000', 'Escores = 0', 'Col 1 Lin: 1', 'NUM | 25/09/201'.



# SPSS

# Interface do SPSS

The image shows the IBM SPSS Statistics interface. At the top, there is a menu bar with options: Arquivo, Editar, Visualizar, Dados, Transformar, Analisar, Marketing direto, Gráficos, Utilitários, Janela, and Ajuda. Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations, data management, and analysis. The main area is a data grid with 25 rows (numbered 1 to 24, and 24K) and 16 columns (labeled 'var'). The grid is currently empty. At the bottom, there are two tabs: 'Visualização de dados' (selected) and 'Visualização da variável'. The status bar at the bottom right indicates 'IBM SPSS Statistics O processador está pronto'.

Funções no menu

Entrada dos dados na planilha

Edição das variáveis

# Exemplo no SPSS – Binomial

Exemplo 1 – página 13

Uma empresa lançou recentemente no mercado uma dieta de emagrecimento. E pretende-se averiguar se a percentagem de usuários acima de 60 anos é maior que 30%. Para tal houve escolha aleatória de 16 indivíduos entre os adeptos da nova dieta, e apurou-se que apenas 5 tinham idade superior a 60 anos.

# Exemplo no SPSS – Binomial

## Exemplo 1 – página 13

17 : VAR00001

|    | VAR00001 | var | var | var | var | var | var | var | var | var | var | var | var | var | var |
|----|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | 1,00     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2  | 1,00     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 3  | 1,00     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 4  | 1,00     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 5  | 1,00     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 6  | ,00      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 7  | ,00      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 8  | ,00      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 9  | ,00      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 10 | ,00      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 11 | ,00      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 12 | ,00      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 13 | ,00      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 14 | ,00      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 15 | ,00      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 16 | ,00      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 17 |          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 18 |          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 19 |          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 20 |          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 21 |          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 22 |          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 23 |          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 24 |          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 25 |          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

DIGITE OS DADOS (BRUTOS)

DEPOIS SELECIONE PARA EDITAR AS VARIÁVEIS

Visualização de dados | Visualização da variável

IBM SPSS Statistics O processador está pronto

# Exemplo no SPSS – Binomial

## Exemplo 1 – página 13

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics interface. The 'Analisar' menu is open, showing the path: **Analisar** > **Testes não paramétricos** > **Uma amostra...**. The 'Medir' dropdown menu is also open, showing 'Nominal' selected. The 'Visualização da variável' button at the bottom is highlighted with a red box.

**ESCOLHA O NOME DA VARIÁVEL (OPCIONAL)**

**ESCOLHA O TIPO DE TESTE**

**ESCOLHA O NÍVEL DE MENSURAÇÃO (OBRIGATÓRIO)**

Visualização de dados | **Visualização da variável**

Testes não paramétricos | IBM SPSS Statistics O processador está pronto

# Exemplo no SPSS – Binomial

## Exemplo 1 – página 13

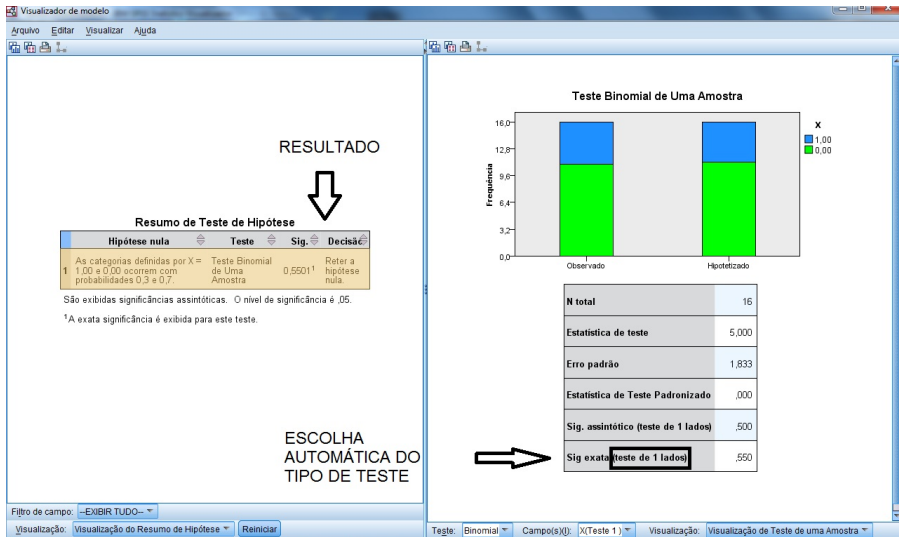
The image shows the SPSS Statistics interface with the 'Testes Não paramétricos de uma amostra' dialog box open. The 'Configurações' tab is selected, and the 'Escolher Testes' button is highlighted. The 'Opções de Teste' section is visible, with the 'Comparar probabilidade binária observada à hipotetizada (teste Binomial)' option selected. The 'Opções...' button for this test is highlighted, and an arrow points to the 'Opções Binomiais' sub-dialog box.

The 'Opções Binomiais' dialog box is titled 'ESCOLHA A PROPORÇÃO DA HIPÓTESE NULA'. It contains the following fields and options:

- Proporção Hipotetizada: 0.3
- Intervalo de Confiança:
  - Clopper-Pearson (exato)
  - Jeffreys
  - Razão de probabilidade
- Definir Sucesso para Campos Categóricos:
  - Usar primeira categoria encontrada nos dados
  - Especificar valores de sucesso
- Definir Sucesso para Campos Contínuos:
  - Sucesso é igual ou inferior a
    - Ponto médio da amostra
    - Ponto de corte personalizado
  - Sucesso é superior a

# Exemplo no SPSS – Binomial

## Exemplo 1 – página 13



# Exemplo no SPSS – Wilcoxon

## Exemplo 3 – página 39

Considere o quadro de notas abaixo referente a estudo para comparar a eficiência de um novo método de aprendizagem.

| Aluno | Nota 1 | Nota 2 | $d_i$ | Postos |
|-------|--------|--------|-------|--------|
| 1     | 5,1    | 5,8    | 0,7   | 10,5   |
| 2     | 4,2    | 4,7    | 0,5   | 7,5    |
| 3     | 3,3    | 6,1    | 2,8   | 18,5   |
| 4     | 6      | 7,4    | 1,4   | 14     |
| 5     | 7,1    | 6,5    | -0,6  | 9      |
| ⋮     | ⋮      | ⋮      | ⋮     | ⋮      |
| 26    | 1,4    | 6,5    | 5,1   | 24     |



# Exemplo no SPSS – Wilcoxon

## Exemplo 3 – página 39

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics interface. On the left, a data table is visible with columns 'Nota1', 'Nota2', and 'var'. The 'Analisar' menu is open, and 'Testes não paramétricos' is expanded to show 'Amostras Relacionadas...'. A white arrow points to this option with the text 'ESCOLHA DO TESTE'. Another white arrow points to the data table with the text 'ENTRADA DOS DADOS'. A third white arrow points to the bottom status bar, which has 'Visualização de dados' and 'Visualização da variável' buttons, with the text 'EDITE AS VARIÁVEIS' next to it.

|    | Nota1 | Nota2 | var |
|----|-------|-------|-----|
| 1  | 5,10  | 5,80  |     |
| 2  | 4,20  | 4,70  |     |
| 3  | 3,30  | 6,10  |     |
| 4  | 6,00  | 7,40  |     |
| 5  | 7,10  | 6,50  |     |
| 6  | 3,20  | 3,20  |     |
| 7  | 2,80  | 4,50  |     |
| 8  | 1,40  | 3,50  |     |
| 9  | ,80   | 4,00  |     |
| 10 | 5,60  | 5,50  |     |
| 11 | 3,80  | 3,90  |     |
| 12 | 4,70  | 4,50  |     |
| 13 | 6,20  | 5,00  |     |
| 14 | 5,40  | 5,40  |     |
| 15 | 1,20  | 6,00  |     |
| 16 | 2,20  | 5,00  |     |
| 17 | 1,90  | 2,20  |     |
| 18 | 5,40  | 1,80  |     |
| 19 | 5,50  | 5,20  |     |
| 20 | 5,20  | 6,00  |     |
| 21 | 3,80  | 4,50  |     |
| 22 | 4,20  | 4,70  |     |
| 23 | 1,80  | 5,10  |     |
| 24 | 2,60  | 2,90  |     |
| 25 | 4,30  | 2,60  |     |

# Exemplo no SPSS – Wilcoxon

## Exemplo 3 – página 39

\*Sem título1 [Conjunto\_de\_dados] - IBM SPSS Statistics Editor de dados

Arquivo Editar Visualizar Dados Transformar Analisar Marketing direto Gráficos Utilitários Janela Ajuda

|    | Nota1 | Nota2 |
|----|-------|-------|
| 1  | 5,10  |       |
| 2  | 4,20  |       |
| 3  | 3,30  |       |
| 4  | 6,00  |       |
| 5  | 7,10  |       |
| 6  | 3,20  |       |
| 7  | 2,80  |       |
| 8  | 1,40  |       |
| 9  | ,80   |       |
| 10 | 5,60  |       |
| 11 | 3,80  |       |
| 12 | 4,70  |       |
| 13 | 6,20  |       |
| 14 | 5,40  |       |
| 15 | 1,20  |       |
| 16 | 2,20  |       |
| 17 | 1,90  |       |
| 18 | 5,40  |       |
| 19 | 5,50  |       |
| 20 | 5,20  |       |
| 21 | 3,80  |       |
| 22 | 4,20  |       |
| 23 | 1,80  |       |
| 24 | 2,60  |       |
| 25 | 1,30  |       |

Testes Não Paramétricos: Duas ou Mais Amostras Relacionadas

Objetivo Campos **Configurações**

Selecionar um item:

Escolher Testes

Opções de Teste

Valores do usuário ausente

Escolhe automaticamente os testes com base nos dados

**Customizar testes**

Teste para Alteração em Dados Binários

Teste de McNemar (2 amostras)

Definir Sucesso...

Q de Cochran (amostras k)

Definir Sucesso...

Múltiplas comparações: Todos em forma d...

Teste para Alteração em Dados Multinomiais

Teste Marginal Homogeneity (2 amostras)

Comparar Diferença Mediana à Hipotetizada

Teste Sign (2 amostras)

**Wilcoxon matched-pair signed-rank (2 amostras)**

Estimar Intervalo de Confiança

Hodges-Lehman (2 amostras)

Quantificar Associações

Coeficiente de concordância de Kendall (amostras k)

Múltiplas comparações: Todos em forma d...

Comparar Distribuições

Friedman's 2-way ANOVA by ranks (amostras k)

Múltiplas comparações: Todos em forma d...

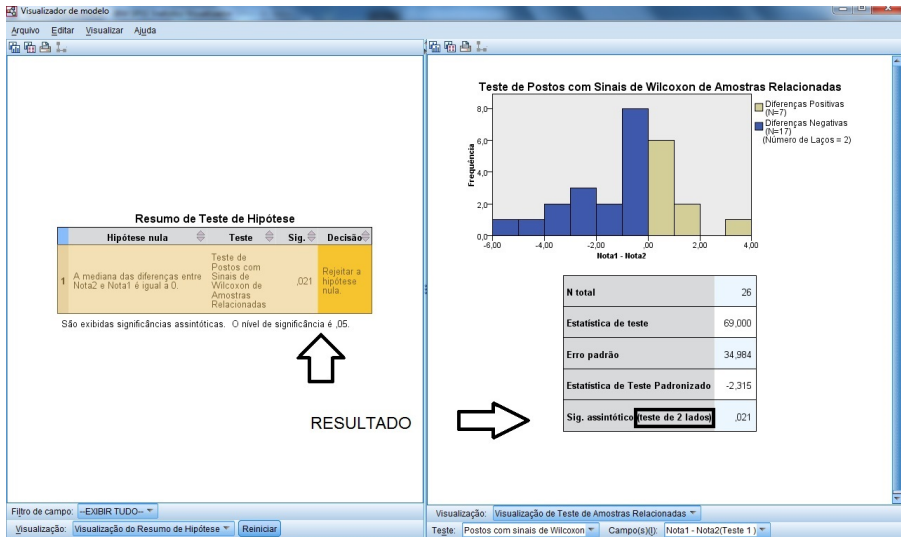
Executar Colar Redefinir Cancelar Ajuda

Visualização de dados Visualização da variável

IBM SPSS Statistics O processador está pronto

# Exemplo no SPSS – Wilcoxon

## Exemplo 3 – página 39



# Statística

# Interface do Statistica

The screenshot displays the Statistica software interface. At the top, there is a menu bar with options: File, Edit, View, Insert, Format, Statistics, Graphs, Tools, Data, Window, and Help. Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations and data manipulation. The main workspace is a large gray area. In the center, there is a smaller window titled "Data: Spreadsheet1 (10v by 10c)". This window contains a table with 10 columns labeled "Var1" through "Var10" and 10 rows numbered "1" through "10". The cell at the intersection of row 1 and column 1 is selected. An arrow points from the text "FUNÇÕES NO MENU" to the menu bar. Another arrow points from the text "ENTRADA DOS DADOS" to the data entry window.

FUNÇÕES NO MENU

ENTRADA DOS DADOS

|    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10    |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|    | Var1 | Var2 | Var3 | Var4 | Var5 | Var6 | Var7 | Var8 | Var9 | Var10 |
| 1  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 4  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 5  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 6  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 7  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 8  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 9  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |

For Help, press F1

C1.V1 | Sel.OFF | Weight.OFF | CAP | NUM | GRA

# Exemplo no Statística – McNemar

## Exemplo 2 – página 27

Numa campanha política, após uma série de fatos divulgados com o objetivo de denegrir a imagem do candidato B em favor do candidato A, investigou-se as mudanças ocorridas com relação à preferência do eleitorado. Os resultados foram os seguintes.

|              |          | <b>Depois</b> |     |  |
|--------------|----------|---------------|-----|--|
| <b>Antes</b> | <b>A</b> | <b>B</b>      |     |  |
| <b>A</b>     | 83       | 47            | 130 |  |
| <b>B</b>     | 18       | 52            | 70  |  |
|              | 101      | 99            |     |  |

# Exemplo no Statistica – McNemar

## Exemplo 2 – página 27

The image shows the Statistica software interface. The main window is titled 'STATISTICA - Spreadsheet1'. The 'Statistics' menu is open, and 'Nonparametrics' is selected. A dialog box titled 'Nonparametric Statistics: Spreadsheet1' is open, showing a list of tests. The '2 x 2 Tables' option is selected, which includes 'McNemar, Fisher exact'. A white box with the text 'ESCOLHA DO TESTE' and an arrow points to this selection. In the bottom left, a 'Data: Spreadsheet1 (10v by 10c)' window shows a grid with columns labeled 'Var1' through 'Var10' and rows numbered 1 to 10. The status bar at the bottom indicates 'Start up Nonparametrics' and 'C1.V1'.

ESCOLHA DO TESTE

|    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10    |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|    | Var1 | Var2 | Var3 | Var4 | Var5 | Var6 | Var7 | Var8 | Var9 | Var10 |
| 1  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 4  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 5  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 6  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 7  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 8  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 9  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |

# Exemplo no Statistica – McNemar

## Exemplo 2 – página 27

The screenshot shows the Statistica software interface. The main window displays a 2x2 table with the following data:

|                    | Column 1 | Column 2 | Row Totals |
|--------------------|----------|----------|------------|
| Frequencies, row 1 | 83       | 47       | 130        |
| Percent of total   | 41.500%  | 23.500%  | 65.000%    |
| Frequencies, row 2 | 18       | 52       | 70         |
| Percent of total   | 9.000%   | 26.000%  | 35.000%    |
| Column totals      | 101      | 99       | 200        |
| Percent of total   | 50.500%  | 49.500%  |            |

The results window shows the following test statistics:

|                            |        |         |
|----------------------------|--------|---------|
| Chi-square (df=1)          | 26.47  | p=,0000 |
| V-square (df=1)            | 26.33  | p=,0000 |
| Yates corrected Chi-square | 24.96  | p=,0000 |
| Phi-square                 | ,13233 |         |
| Fisher exact p, one-tailed |        | p=,0000 |
| two-tailed                 |        | p=,0000 |
| McNemar Chi-square (A/D)   | 6.67   | p=,0098 |
| Chi-square (B/C)           | 12.06  | p=,0005 |

The input data window shows the following data:

| Quick |    |
|-------|----|
| 83    | 47 |
| 18    | 52 |

The results window shows the following data:

| Quick |    |
|-------|----|
| 83    | 47 |
| 18    | 52 |

Annotations: "ENTRADA DOS DADOS" (Data Input) points to the input data window. "RESULTADO" (Result) points to the results window.



# Exemplo no SPSS – Wilcoxon

## Exemplo 3 – página 39

Considere o quadro de notas abaixo referente a estudo para comparar a eficiência de um novo método de aprendizagem.

| Aluno | Nota 1 | Nota 2 | $d_i$ | Postos |
|-------|--------|--------|-------|--------|
| 1     | 5,1    | 5,8    | 0,7   | 10,5   |
| 2     | 4,2    | 4,7    | 0,5   | 7,5    |
| 3     | 3,3    | 6,1    | 2,8   | 18,5   |
| 4     | 6      | 7,4    | 1,4   | 14     |
| 5     | 7,1    | 6,5    | -0,6  | 9      |
| ⋮     | ⋮      | ⋮      | ⋮     | ⋮      |
| 26    | 1,4    | 6,5    | 5,1   | 24     |

# Exemplo no Statistica – Wilcoxon

## Exemplo 3 – página 39

The screenshot shows the Statistica software interface. The main window displays a spreadsheet with 10 rows and 10 columns of data. An arrow points to the spreadsheet with the text "ENTRADA DOS DADOS". A second arrow points to the "Nonparametric Statistics: Spreadsheet1" dialog box, which has "Comparing two dependent samples (variables)" selected. Below the dialog box, the text "ESCOLHA O TIPO DE TESTE" is displayed with an arrow pointing to the dialog box.

|    | 1<br>Var1 | 2<br>Var2 | 3<br>Var3 | 4<br>Var4 | 5<br>Var5 | 6<br>Var6 | 7<br>Var7 | 8<br>Var8 | 9<br>Var9 | 10<br>Var10 |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| 1  | 5,1       | 5,8       |           |           |           |           |           |           |           |             |
| 2  | 4,2       | 4,7       |           |           |           |           |           |           |           |             |
| 3  | 3,3       | 6,1       |           |           |           |           |           |           |           |             |
| 4  | 6         | 7,4       |           |           |           |           |           |           |           |             |
| 5  | 7,1       | 6,5       |           |           |           |           |           |           |           |             |
| 6  | 3,2       | 3,2       |           |           |           |           |           |           |           |             |
| 7  | 2,8       | 4,5       |           |           |           |           |           |           |           |             |
| 8  | 1,4       | 3,5       |           |           |           |           |           |           |           |             |
| 9  | 0,8       | 4         |           |           |           |           |           |           |           |             |
| 10 | 5,6       | 5,5       |           |           |           |           |           |           |           |             |

ENTRADA DOS DADOS

ESCOLHA O TIPO DE TESTE

Nonparametric Statistics: Spreadsheet1

- Quick
- 2 x 2 Tables (pFAP/PIF, McNemar, Fisher exact)
- Observed versus expected<sup>2</sup>
- Correlations (Spearman, Kendall tau, gamma)
- Comparing multiple independent samples (groups)
- Comparing multiple indep. samples (variables)
- Comparing two dependent samples (variables)**
- Comparing multiple dep. samples (variables)
- Cochran Q test
- Ordinal descriptive statistics (median, mode, ...)

Ready C1.V1 5,1 Sel.OFF Weight.OFF CAP NUM GRA

# Exemplo no Statistica – Wilcoxon

## Exemplo 3 – página 39

The image shows the Statistica software interface for performing a Wilcoxon Matched Pairs Test. The main window displays a spreadsheet with 10 variables (Var1 to Var10) and 10 rows of data. A dialog box titled "Comparing two variables: Spreadsheet1" is open, showing the selection of "Var1" and "Var2" as the variables to be compared, and the "Wilcoxon matched pairs test" as the chosen test. A large arrow labeled "RESULTADO" points to the output window, which displays the test results for the pair of variables "Var1 & Var2".

**Data from Spreadsheet1 (10v by 26c):**

|    | 1 Var1 | 2 Var2 | 3 Var3 | 4 Var4 | 5 Var5 | 6 Var6 | 7 Var7 | 8 Var8 | 9 Var9 | 10 Var10 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 1  | 5,1    | 5,8    |        |        |        |        |        |        |        |          |
| 2  | 4,2    | 4,7    |        |        |        |        |        |        |        |          |
| 3  | 3,3    | 6,1    |        |        |        |        |        |        |        |          |
| 4  | 6      | 7,4    |        |        |        |        |        |        |        |          |
| 5  | 7,1    | 6,5    |        |        |        |        |        |        |        |          |
| 6  | 3,2    | 3,2    |        |        |        |        |        |        |        |          |
| 7  | 2,8    | 4,5    |        |        |        |        |        |        |        |          |
| 8  | 1,4    | 3,5    |        |        |        |        |        |        |        |          |
| 9  | 0,8    | 4      |        |        |        |        |        |        |        |          |
| 10 | 5,6    | 5,5    |        |        |        |        |        |        |        |          |

**Comparing two variables: Spreadsheet1**

Variables: List 1: Var1, List 2: Var2

Sign test:  Sign test

Options:  Wilcoxon matched pairs test

Box & whisker plots for all variables:

p-level for highlighting: .05

**Wilcoxon Matched Pairs Test (Spreadsheet1)**

Marked tests are significant at  $p < .05000$

| Pair of Variables | Valid N | T        | Z        | p-level  |
|-------------------|---------|----------|----------|----------|
| Var1 & Var2       | 25      | 69,00000 | 2,314286 | 0,020653 |

INFORMA AS VARIÁVEIS

SELECIONA O TESTE

RESULTADO



# Testes Disponíveis

| Teste                        | R Base | SPSS | Statistica | BioEstat |
|------------------------------|--------|------|------------|----------|
| Binomial                     | Sim    | Sim  | Não        | Sim      |
| Qui-quadrado (1 amostra)     | Sim    | Sim  | Sim        | Sim      |
| KS (1 amostra)               | Sim    | Sim  | Sim        | Não      |
| Lilliefors                   | Não    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Aleatorização das Iterações  | Não    | Sim  | Não        | Sim      |
| McNemar                      | Sim    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Sinais                       | Não    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Wilcoxon                     | Sim    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Aleatorização                | Não    | Não  | Não        | Não      |
| Fisher                       | Sim    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Qui-quadrado (2 amostras)    | Sim    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Mediana (2 amostras)         | Não    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Mann-Whitney                 | Sim    | Sim  | Sim        | Sim      |
| KS (2 amostras)              | Sim    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Cochran                      | Não    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Friedman                     | Sim    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Qui-quadrado (k amostras)    | Sim    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Mediana (k amostras)         | Não    | Sim  | Sim        | Não      |
| Kruskal-Wallis               | Sim    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Coefficiente de Contingência | Não    | Sim  | Sim        | Sim      |
| Correlação de Spearman       | Sim    | Sim  | Sim        | Sim      |

**MUITO OBRIGADO!**