

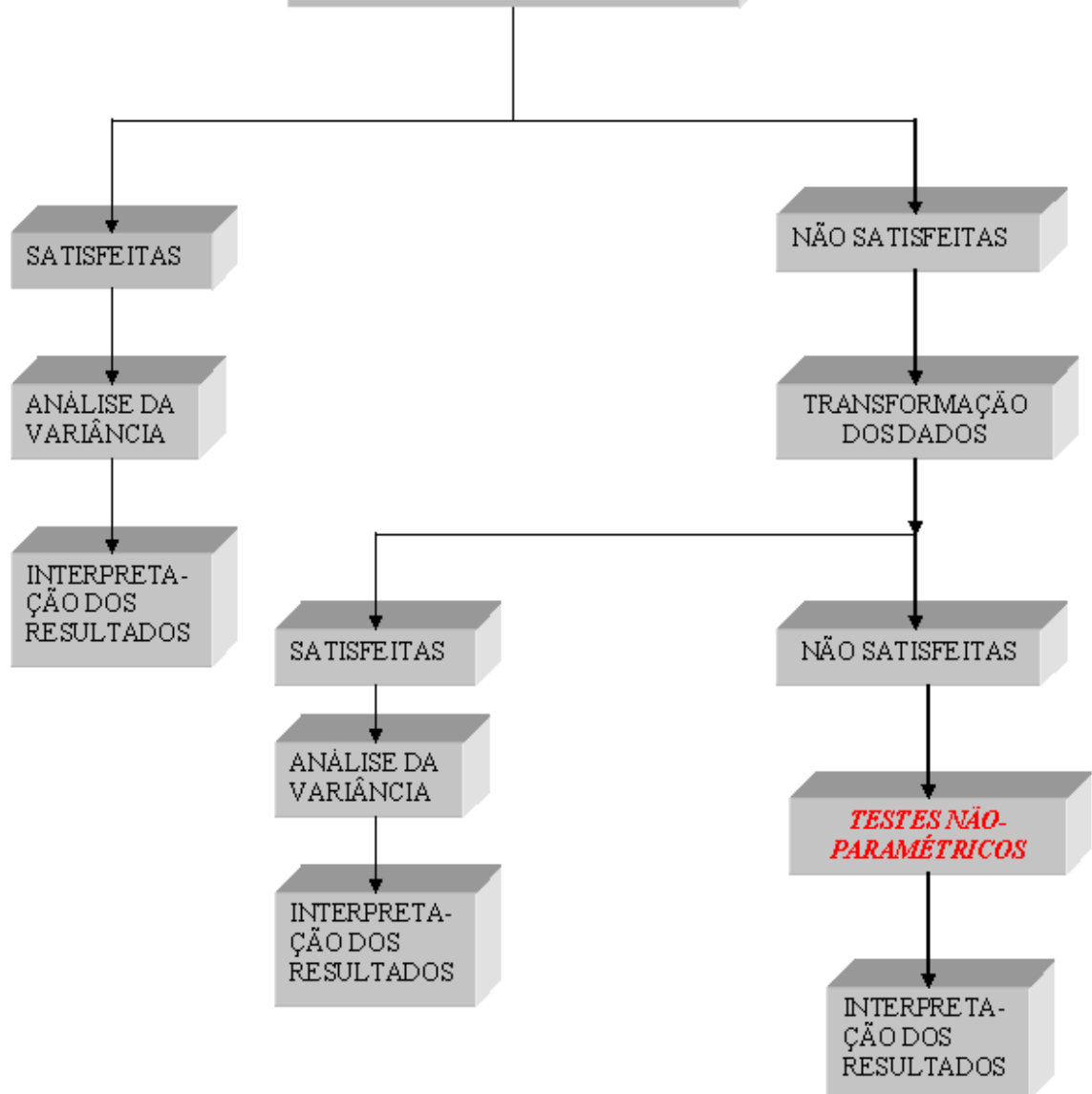
# BIOESTATÍSTICA

## TESTES NÃO PARAMÉTRICOS





# SUPOSIÇÕES DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA



# HISTÓRICO



Mais recentes que os testes paramétricos:

**Wilcoxon, F. 1945** Individual comparisons by ranking methods. Biometrics Bulletin, 1:80-83

**Student, 1908** On the probable error of a mean. Biometrika, 6, 1-25.

**Kruskal, W. H. e W. A. Wallis. 1952** Use of ranks in one-criterion variance analysis. Journal of American Statistical Association, 47:583-621.

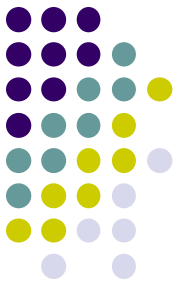
**Fisher, R. A. 1920** A mathematical examination of the method of determining the accuracy of an observation by the mean error and by the mean square error. Monthly Notes of the Royal Astronomical Society, 80:758-767.

**Fisher, R. A. 1925** Statistical Methods for Research Workers. Oliver and Boyd, Edinburg, Escócia, 239 pp.

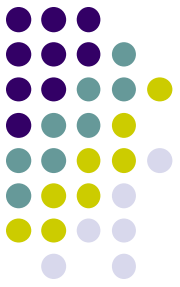
**Friedman, M. 1937** The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. Journal of American Statistical Association, 32:675-701.

- *Testes pouco usados e pouca literatura*
- *Simples e versátil (menor volume de cálculo)*
- *Testes de distribuição livre*

# RAZÕES PARA USO:

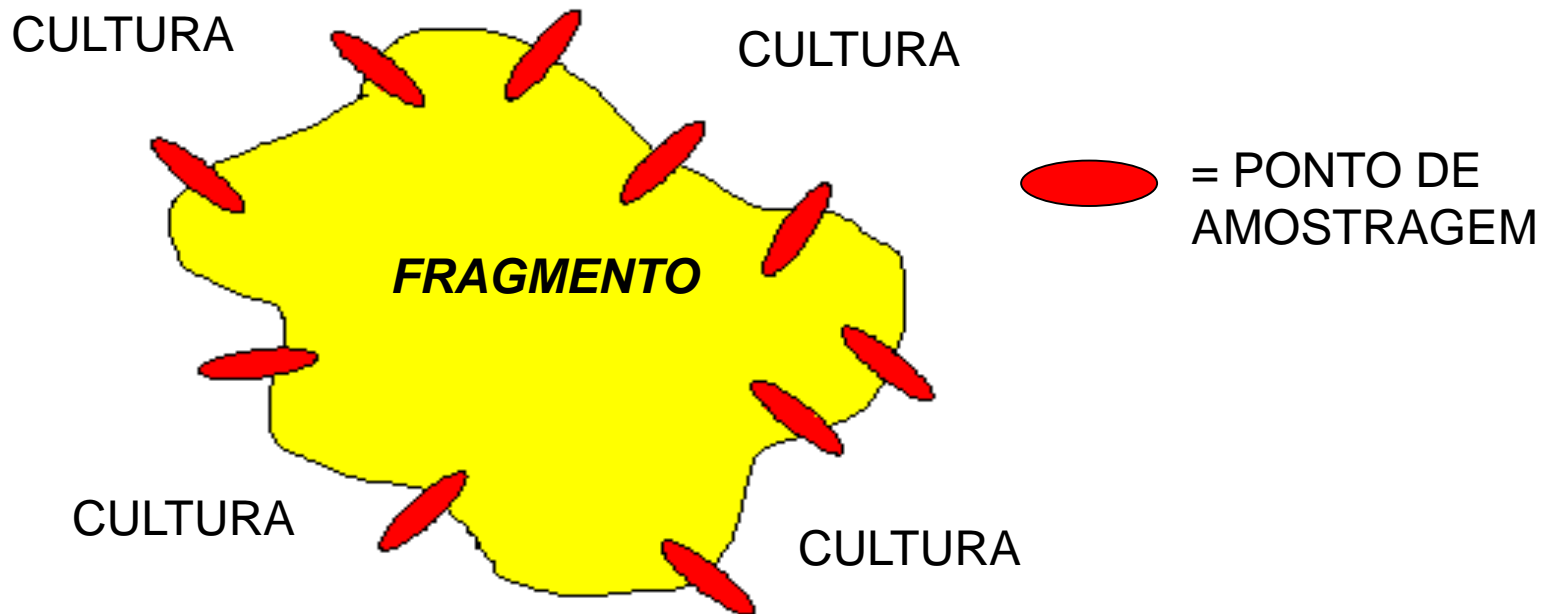


- MENOS EXIGENTE QUE OS PARAMÉTRICOS. DISPENSAM, POR EXEMPLO, A NORMALIDADE DOS DADOS. SÃO MAIS EFICIENTES QUE OS PARAMÉTRICOS QUANDO OS DADOS NÃO SATISFAZEM AS SUPOSIÇÕES DOS TESTES.
- SÃO ÚTEIS NOS CASOS EM QUE É DIFÍCIL ESTABELECEER UMA ESCALA DE VALORES QUANTITATIVOS PARA OS DADOS. O PESQUISADOR PODE DIZER SE UM TRATAMENTO TEM MAIS OU MENOS DA CARACTERÍSTICA QUE ESTÁ SENDO ANALISADA.

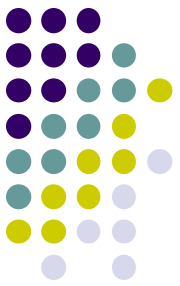


# EXEMPLO:

- LEVANTAMENTO DE ANIMAIS PARA ESTUDAR O EFEITO DE BORDA EM UM FRAGMENTO.



# RESULTADOS DO LEVANTAMENTO

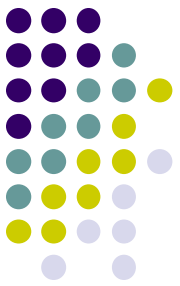


<i>FRAGMENTO</i>	<i>CULTURA</i>	<i>DIFERENÇA</i>
MAIS	MENOS	+
MAIS	MENOS	+
MENOS	MAIS	-
MENOS	MAIS	-
MAIS	MENOS	+
MAIS	MENOS	+
MAIS	MENOS	+
MENOS	MAIS	-
MENOS	MAIS	-
MAIS	MENOS	+

**MUITO USADO NA  
ÁREA DE  
COMPORTAMENTO  
HUMANO E ANIMAL  
(PSICOLOGIA)**

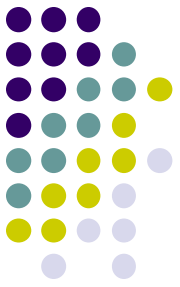
**[TESTE DO  
SINAL(SIGN TEST)]**

# RESTRIÇÕES DE USO:



- DESPERDÍCIO (PERDA) DE INFORMAÇÕES: TRANSFORMAM OS DADOS DE VALORES, PARA SIMPLES ORDENS OU SINAIS.
- QUANDO TODAS AS EXIGÊNCIAS DO MODELO ESTATÍSTICO, SÃO SATISFEITAS, O TESTE PARAMETRICO É MAIS PODEROSO, PORTANTO PARA SE TER A MESMA **EFICIÊNCIA**, NECESSITA-SE DE UM MAIOR NÚMERO DE REPETIÇÕES. UM DELINEAMENTO É MAIS EFICIENTE QUE OUTRO QUANDO, COM O MESMO NÚMERO DE REPETIÇÕES, O ***QMResíduo*** DE UM É MENOR QUE O ***QMResíduo*** DO OUTRO.

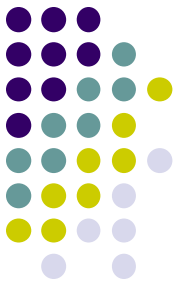
# RESTRIÇÃO DO USO:



- EM GERAL NÃO NOS PERMITE TESTAR INTERAÇÕES, RESTRINGINDO O SEU USO EM MODELOS MAIS COMPLEXOS (FATORIAL, HIERÁRQUICO, PARCELAS SUBDIVIDIDAS, ETC.)
- SOLUÇÃO PARA ESTE PROBLEMA ESTÁ NA ABORDAGEM PROPOSTA POR Conover e Iman (1981): Rank Transformations as a Bridge Between Parametric and Nonparametric Statistics  
Author(s): W. J. Conover and Ronald L. Iman  
Source: The American Statistician , Aug., 1981, Vol. 35, No. 3 (Aug., 1981), pp. 124-129



# TESTE DE WILCOXON OU DAS ORDENS ASSINALADAS



- EM INGLÊS SIGN RANK TEST
- CORRESPONDE AO TESTE  $t$  PAREADO.
- USADO QUANDO A DISTRIBUIÇÃO DAS DIFERENÇAS NÃO É NORMAL.
- EX.: PREDACÃO DE SEMENTES DE DUAS ESPÉCIES.

# FRANK WILCOXON (1892-1965)



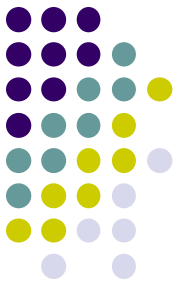
**FRANK WILCOXON** FOI ESTATÍSTICO E QUÍMICO (RECEBEU O TÍTULO DE Ph.D. EM FÍSICO-QUÍMICA EM CORNELL). OS ÚLTIMOS 5 ANOS DE SUA CARREIRA TRABALHOU COMO PROFESSOR DE ESTATÍSTICA NA UNIVERSIDADE DA FLÓRIDA (FSU - TALLAHASSEE)

# EXEMPLO: PREDUÇÃO DE SEMENTES

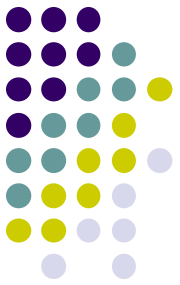


PONTO	ESPÉCIE 1	ESPÉCIE 2	DIFERENÇA
1	18	16	+2
2	12	10	+2
3	7	8	-1
4	21	23	-2
5	19	13	+6
6	14	10	+4
7	8	8	0
8	11	13	-2
9	19	9	+10
10	16	8	+8

# TESTE DE HIPÓTESE



- $H_0$  = NÃO HÁ DIFERENÇA ENTRE A PREDACÃO DAS 2 ESPÉCIES
- $H_A$  = HÁ DIFERENÇA ENTRE AS DUAS ESPÉCIES
- $T^+ = \sum R_i$ , ONDE  $R_i$  É O POSTO OU ORDEM DAS DIFERENÇAS POSITIVAS.
- HÁ POSSIBILIDADE DE EMPATES E NESTE CASO, DEVE-SE USAR FÓRMULA ESPECÍFICA.
- PARA A DECISÃO DO TESTE, VAI NA TABELA E PROCURA O VALOR DE  $n$  = NÚMERO DE PARES.
- O TESTE DAS ORDENS ASSINALADAS SUPÕE QUE OS DADOS APRESENTAM UMA DISTRIBUIÇÃO SIMÉTRICA (SKEWNESS ENTRE -2 E +2). CASO ISTO NÃO OCORRA USAR O TESTE DO SINAL (SIGN TEST).



```
OPTIONS PS=40 PAGENO=1;
DATA PREDa;
INPUT PONTO ESP1 ESP2;
DIF=ESP1-ESP2;
DATALINES;
1 16 17
2 7 6
3 4 6
4 32 32
5 35 38
6 20 19
7 3 6
8 37 19
.....
27 19 16
28 1 3
29 33 27
30 29 30
;;;
ODS PDF FILE='F:\Bioestatística\NPAR1.PDF';
TITLE3'*** ANÁLISE ESTATÍSTICA DADOS PAREADOS ***';
PROC UNIVARIATE DATA=PREDa NORMAL;
VAR DIF;
RUN;
ODS PDF CLOSE;
```

PROGRAMA SAS  
PARA TESTE t  
PAREADO

The SAS System

\*\*\* ANÁLISE ESTATÍSTICA DADOS PAREADOS \*\*\*

The UNIVARIATE Procedure

Variable: DIF



Moments			
N	30	Sum Weights	30
Mean	-0.0333333	Sum Observations	-1
Std Deviation	4.17284599	Variance	17.4126437
Skewness	3.08516064	Kurtosis	11.8769134
Uncorrected SS	505	Corrected SS	504.966667
Coeff Variation	-12518.538	Std Error Mean	0.76185396

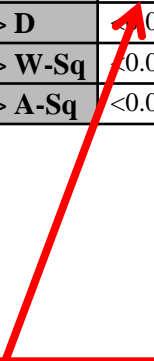
Tests for Normality				
Test	Statistic		p Value	
Shapiro-Wilk	W	0.652769	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.26348	Pr > D	0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.544999	Pr > W-Sq	0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	3.006684	Pr > A-Sq	<0.0050

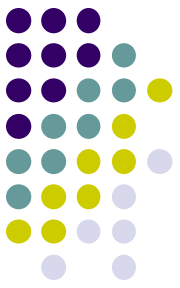
Basic Statistical Measures			
Location		Variability	
Mean	-0.03333	Std Deviation	4.17285
Median	-1.00000	Variance	17.41264
Mode	-1.00000	Range	21.00000
		Interquartile Range	3.00000

Tests for Location: Mu0=0				
Test	Statistic		p Value	
Student's t	t	-0.04375	Pr >  t	0.9654
Sign	M	-6.5	Pr >=  M	0.0192
Signed Rank	S	-56	Pr >=  S	0.1777

Não Normalidade

Teste do sinal

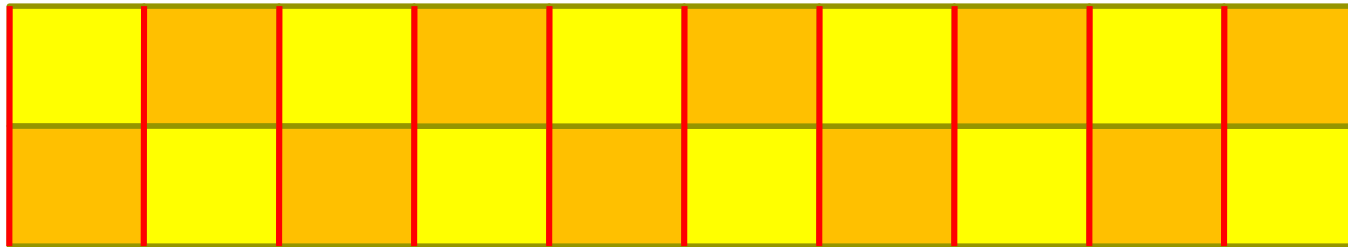
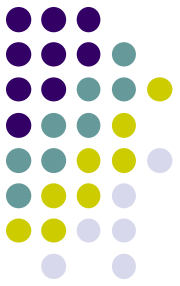




# Exercício

- Um pesquisador deseja comparar dois tipos de ração para criação em cativeiro de camarões. A primeira ração possui a proteína fornecida a base de semente de linhaça moída e a segunda sem semente de linhaça. Para este experimento utilizou 10 tanques sendo que em cada tanque havia uma separação para cada tratamento.

# Tanques do experimento



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



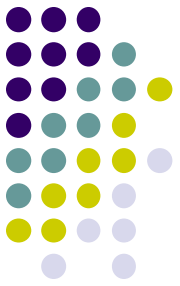
Com semente de linhaça moída



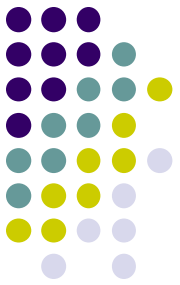
Sem semente de linhaça



# Dados do experimento: crescimento de camarões (kg)



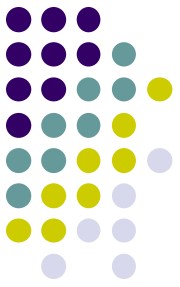
Tanque	Com linhaça	Sem linhaça
1	3,4	2,1
2	4,6	3,1
3	3,8	2,6
4	3,8	2,8
5	5,1	4,2
6	4,7	3,9
7	3,2	3,5
8	4,7	3,8
9	4,6	3,6
10	5,7	4,5



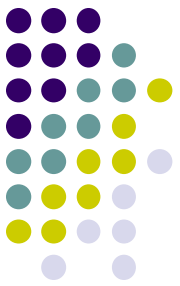
# Análise

- Fazer um programa SAS para a análise dos dados.
- Antes defina as hipóteses nula e alternativa.
- Qual a sua recomendação?

# TESTE DE WILCOXON OU MANN-WHITNEY



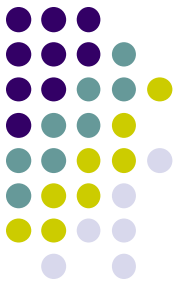
- CORREPONDE AO TESTE  $t$  NÃO PAREADO
- O TAMANHO DAS AMOSTRAS PODEM SER DESIGUAIS
- HÁ TAMBÉM A POSSIBILIDADE DE EMPATE, COM FÓRMULA ESPECÍFICA
- TESTE BASEADO EM POSTO OU ORDEM: OS DADOS SÃO TRANSFORMADOS EM ORDEM OU POSTO E DEPOIS ANALISADOS.



**Teste de WILCOXON ou  
MANN-WHITNEY, para 2 tratamentos**

```
OPTIONS PS=40 PAGENO=1;
DATA A;
INPUT TRAT $ MS;
DATALINES;
COM 2.28
COM 2.31
COM 2.14
COM 2.36
COM 1.95
COM 2.01
COM 2.35
COM 2.56
COM 2.18
COM 1.56
SEM 1.96
SEM 2.02
SEM 1.69
SEM 2.29
SEM 2.03
SEM 1.26
SEM 1.69
SEM 2.20
SEM 1.29
SEM 2.58
;;;
ODS PDF FILE='F:\Bioestatística\BANANEIRA.PDF';
TITLE3'**** Aplicação de ácido acetil salicílico em ****';
TITLE6'**** Cultura de tecido de Bananeira ****';
PROC NPAR1WAY WILCOXON DATA=A;
CLASS TRAT;
VAR MS;
RUN;
ODS PDF CLOSE;
```

# The SAS System



\*\*\*\* *Aplicação de ácido acetil salicílico em* \*\*\*\*

\*\*\*\* *Cultura de tecido de Bananeira* \*\*\*\*

## The NPARIWAY Procedure

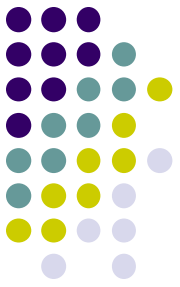
Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable MS Classified by Variable TRAT					
TRAT	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
COM	10	124.0	105.0	13.223782	12.40
SEM	10	86.0	105.0	13.223782	8.60

Average scores were used for ties.

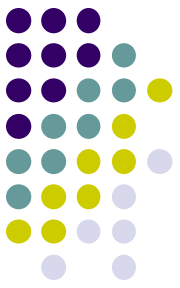
Wilcoxon Two-Sample Test	
Statistic	124.0000
<b>Normal Approximation</b>	
<b>Z</b>	<b>1.3990</b>
<b>One-Sided Pr &gt; Z</b>	<b>0.0809</b>
<b>Two-Sided Pr &gt;  Z </b>	<b>0.1618</b>
<b>t Approximation</b>	
<b>One-Sided Pr &gt; Z</b>	0.0890
<b>Two-Sided Pr &gt;  Z </b>	0.1779
<b>Z includes a continuity correction of 0.5.</b>	

Kruskal-Wallis Test	
Chi-Square	2.0644
DF	1
Pr > Chi-Square	0.1508

# TESTE DE KRUSKAL-WALLIS

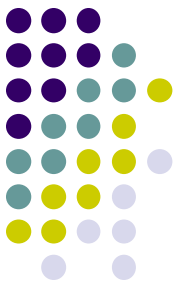


- EXTENSÃO DO TESTE DE WILCOXON OU MANN-WHITNEY PARA ANALISAR  $k$  AMOSTRAS INDEPENDENTES SENDO  $k > 2$
- O TAMANHO DE CADA AMOSTRA PODE SER DIFERENTE
- $n = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$
- PARA CADA UMA DAS  $n$  OBSERVAÇÕES DAR O VALOR 1 PARA A DE MENOR VALOR, E ASSIM EM DIANTE ATÉ A DE MAIOR VALOR.
- CALCULA  $R_i = \sum R(X_{ij})$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$



# Exercício

- Foi realizado um estudo para determinar qual o hormônio que apresenta o melhor desempenho para a produção de resina em árvores de *Pinus elliottii* var *elliottii*, na região de Buri-SP. Foram testados os seguintes hormônios: AIA, Ácido Sulfúrico (ACS), Etileno (ETI), AIB e Ácido Giberélico (AGI). Os resultados estão em um arquivo Excel na página da disciplina (DADOS\_NPAR.xlsx).



```
OPTIONS PS=40 PAGENO=1;
```

```
DATA A1;
```

```
INPUT TRAT $ PROD;
```

```
DATALINES;
```

```
ACS      44.416021
```

```
ACS      68.96816527
```

```
ACS      67.50452632
```

```
.....
```

```
;;;
```

```
ODS PDF FILE='F:\Bioestatistica\NPAR1.PDF';
```

```
TITLE3'*** Análise estatística ensaio com hormônios ***';
```

```
TITLE5'*** Produção de resina em plantios de Pinus elliottii var. elliottii ***';
```

```
PROC NPAR1WAY DATA=A1 WILCOXON;
```

```
TITLE7'*** Análise do experimento ***';
```

```
CLASS TRAT;
```

```
VAR PROD;
```

```
PROC NPAR1WAY DATA=A1 WILCOXON;
```

```
TITLE7'*** Comparação entre os tratamentos ***';
```

```
WHERE TRAT = 'ACS' OR TRAT = 'ETI';
```

```
CLASS TRAT;
```

```
VAR PROD;
```

```
PROC NPAR1WAY DATA=A1 WILCOXON;
```

```
TITLE7'*** Comparação entre os tratamentos ***';
```

```
WHERE TRAT = 'ACS' OR TRAT = 'AIA';
```

```
CLASS TRAT;
```

```
VAR PROD;
```

```
PROC NPAR1WAY DATA=A1 WILCOXON;
```

```
TITLE7'*** Comparação entre os tratamentos ***';
```

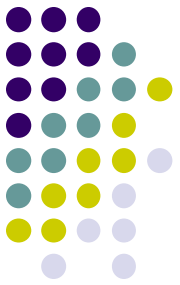
```
WHERE TRAT = 'ACS' OR TRAT = 'AIB';
```

```
CLASS TRAT;
```

```
VAR PROD;
```

Programa SAS para análise  
estatística de dados de  
produção de resina em Pinus  
elliottii var. elliottii

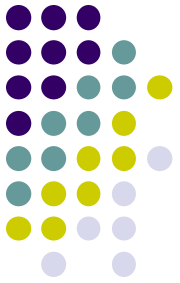




```
PROC NPAR1WAY DATA=A1 WILCOXON;  
TITLE7'*** Comparação entre os tratamentos ***';  
WHERE TRAT = 'ACS' OR TRAT = 'AGI';  
CLASS TRAT;  
VAR PROD;  
PROC NPAR1WAY DATA=A1 WILCOXON;  
TITLE7'*** Comparação entre os tratamentos ***';  
WHERE TRAT = 'ETI' OR TRAT = 'AIA';  
CLASS TRAT;  
VAR PROD;  
RUN;  
ODS PDF CLOSE;
```

Continuação do  
programa SAS

*The SAS System*



\*\*\* *Análise estatística ensaio com hormônios* \*\*\*

\*\*\* *Produção de resina em plantios de Pinus elliottii var. elliottii* \*\*\*

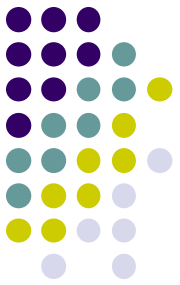
\*\*\* *Análise do experimento* \*\*\*

*The NPARIWAY Procedure*

<b>Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable PROD</b>					
<b>Classified by Variable TRAT</b>					
<b>TRAT</b>	<b>N</b>	<b>Sum of Scores</b>	<b>Expected Under H0</b>	<b>Std Dev Under H0</b>	<b>Mean Score</b>
<b>ACS</b>	8	234.0	164.0	29.574764	29.250
<b>ETI</b>	8	284.0	164.0	29.574764	35.500
<b>AIA</b>	8	166.0	164.0	29.574764	20.750
<b>AIB</b>	8	100.0	164.0	29.574764	12.500
<b>AGI</b>	8	36.0	164.0	29.574764	4.500

<b>Kruskal-Wallis Test</b>	
<b>Chi-Square</b>	36.3878
<b>DF</b>	4
<b>Pr &gt; Chi-Square</b>	<.0001

# The SAS System



\*\*\* *Análise estatística ensaio com hormônios* \*\*\*

\*\*\* *Produção de resina em plantios de Pinus elliottii var. elliottii* \*\*\*

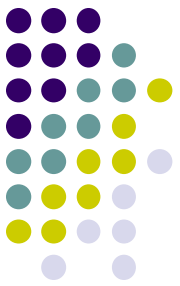
\*\*\* *Comparação entre os tratamentos* \*\*\*

## The NPARIWAY Procedure

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable PROD Classified by Variable TRAT					
TRAT	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
ACS	8	44.0	68.0	9.521905	5.50
ETI	8	92.0	68.0	9.521905	11.50

Wilcoxon Two-Sample Test	
Statistic	44.0000
<b>Normal Approximation</b>	
<b>Z</b>	<b>-2.4680</b>
<b>One-Sided Pr &lt; Z</b>	<b>0.0068</b>
<b>Two-Sided Pr &gt;  Z </b>	<b>0.0136</b>
<b>t Approximation</b>	
<b>One-Sided Pr &lt; Z</b>	0.0131
<b>Two-Sided Pr &gt;  Z </b>	0.0261
<b>Z includes a continuity correction of 0.5.</b>	

Kruskal-Wallis Test	
Chi-Square	6.3529
DF	1
Pr > Chi-Square	0.0117



# Exercício

- Importar os dados contidos no arquivo Excel (DADOS\_NPAR.xlsx) e fazer as análises (verifique a normalidade e homogeneidade de variâncias).
- Fazer análise não paramétrica (Kruskal-Wallis)
- Interpretar os resultados.



***BOA***  
***SEMANA A***  
***TODOS !!!***