

---

# BIOESTATÍSTICA

---

## TESTES DE HIPÓTESES

---

# O QUE É HIPÓTESE?

- PALAVRA GREGA (*ὑπόθεσις*) QUE SIGNIFICA ***BASE, FUNDAMENTO, PRINCÍPIO DE ALGO, PROPOSIÇÃO.***
  - **DEFINIÇÃO:** “PROPOSIÇÃO QUE SE ADMITE, INDEPENDENTEMENTE DO FATO SE SER VERDADEIRA OU FALSA, MAS UNICAMENTE A TÍTULO DE UM PRINCÍPIO A PARTIR DO QUAL SE PODE DEDUZIR UM DETERMINADO CONJUNTO DE CONSEQÜÊNCIAS” (DICIONÁRIO HOUAISS)
-

---

# EXEMPLOS DE HIPÓTESES

- $\mu = 200$ ,  $\mu$  É A MÉDIA DO TEOR DE METANO NO AR
  - $\pi > 0,1$ , ONDE  $\pi$  É A PROPORÇÃO DE ANIMAIS DA ESPÉCIE A NA COMUNIDADE.
-

---

# TESTE DE HIPÓTESES

- AO TESTAR HIPÓTESES SEMPRE EXISTIRÁ DUAS HIPÓTESES CONTRADITÓRIAS EM CONSIDERAÇÃO.
  - $\mu = 200$  E OUTRA  $\mu \neq 200$
  - $\pi = 0,1$  E OUTRA  $\pi > 0,1$
  - O OBJETIVO É DECIDIR QUAL A HIPÓTESE CORRETA
  - PORTANTO, TESTE DE HIPÓTESES É O MÉTODO USADO PARA DECIDIR QUAL DAS DUAS PROPOSIÇÕES CONTRADITÓRIAS É A MAIS CORRETA.
-

---

# DUAS HIPÓTESES

- HIPÓTESE NULA, REPRESENTADA POR  $H_0$ , É A PROPOSIÇÃO QUE É CONSIDERADA INICIALMENTE VERDADEIRA. A OUTRA HIPÓTESE É CHAMADA DE ALTERNATIVA E REPRESENTADA POR  $H_A$ .
  - PARA TESTAR HIPÓTESES USA-SE TESTES ESTATÍSTICOS.
-

# TESTES ESTATÍSTICOS

- SÃO PROCEDIMENTOS ATRAVÉS DOS QUAIS SE TESTAM HIPÓTESES DA PESQUISA CONTRA A(S) HIPÓTESE(S) ALTERNATIVA(S) BASEANDO-SE NOS DADOS COLETADOS.
- SE OS DADOS SÃO EXTREMOS EM RELAÇÃO A HIPÓTESE NULA ESTA É REJEITADA.
- UM TESTE ESTATÍSTICO CONCLUI SOBRE A VALIDADE DA HIPÓTESE NULA.
- $H_0$  PODE SER VERDADEIRA OU FALSA E PODE SER ACEITA OU REJEITADA.

# ERROS DO TESTE ESTATÍSTICO

<i>TIPO DE ERRO</i>		
	<b>NÃO REJEITA <math>H_0</math></b>	<b>REJEITA <math>H_0</math></b>
<b><math>H_0</math> É VERDADEIRA</b>	<b>CORRETA</b>	<b>ERRO TIPO I</b>
<b><math>H_0</math> É FALSA</b>	<b>ERRO TIPO II</b>	<b>CORRETA</b>

<i>DECISÕES</i>		
	<b>NÃO REJEITA <math>H_0</math></b>	<b>REJEITA <math>H_0</math></b>
<b><math>H_0</math> É VERDADEIRA</b>	<b>CORRETA</b>	<b>INCORRETA</b>
<b><math>H_0</math> É FALSA</b>	<b>INCORRETA</b>	<b>CORRETA</b>

# REGRAS DE DECISÃO (NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA)

- O PESQUISADOR ESTABELECE *A PRIORI* QUAL A PROBABILIDADE DE REJEIÇÃO DE  $H_0$ .
- SE OS DADOS COLETADOS SÃO MUITO DIFERENTES DA HIPÓTESE NULA DAÍ REJEITA  $H_0$ .
- A PROBABILIDADE DE REJEIÇÃO DE  $H_0$  PODE SER 0,05 OU 0,01 OU SEJA 5% OU 1%.



# VALOR DE $p$

- O TESTE ESTATÍSTICO MEDE O VALOR DE  $p$ .
- O VALOR  $p$  DE UM TESTE ESTATÍSTICO É A PROBABILIDADE CALCULADA DA HIPÓTESE NULA.
- SE O VALOR  $p$  FOR MENOR QUE A PROBABILIDADE PREVIAMENTE DEFINIDA PELO PESQUISADOR, REJEITA-SE A HIPÓTESE NULA.

# INTERPRETAÇÃO DO VALOR $p$

<b><i>VALOR <math>p</math></i></b>	<b><i>EVIDÊNCIA CONTRA HIPÓTESE NULA</i></b>
<b><math>p \leq 0,01</math></b>	<b>MUITO FORTE</b>
<b><math>0,01 &lt; p \leq 0,05</math></b>	<b>FORTE</b>
<b><math>0,05 &lt; p \leq 0,10</math></b>	<b>MODERADA</b>
<b><math>0,10 &lt; p</math></b>	<b>POUCA OU NENHUMA</b>

---

# TIPOS DE TESTES

- BILATERAL

$$H_0: \mu = 100$$

$$H_A: \mu \neq 100$$

- UNILATERAL

$$H_0: \mu = 100$$

$$H_A: \mu > 100$$

- O **SAS** USA A TABELA UNILATERAL

- $t = \text{tinv}(0.95, \text{g.l.})$ ; PARA 5% - UNILATERAL

- $t = \text{tinv}(0.975, \text{g.l.})$ ; PARA 5% - BILATERAL

---

---

# O TESTE $t$ (STUDENT)

- COMPARA DUAS POPULAÇÕES (DUAS MÉDIAS).
  - TESTA SE AS MÉDIAS DE DOIS GRUPOS SÃO ESTATISTICAMENTE DIFERENTES.
  - EX.: AMOSTRAS COLHIDAS EM DOIS LOCAIS DIFERENTES
  - EXPERIMENTOS COM DOIS TRATAMENTOS
  - TIPOS DE TESTE: PAREADO E NÃO PAREADO.
-

# STUDENT



**WILLIAM SEALEY GOSSET**

NASCEU EM 1876 E FALECEU EM 1937 NA INGLATERRA.

ESTUDOU QUÍMICA E MATEMÁTICA EM OXFORD.

EM 1899 FOI CONTRATADO PELA CERVEJARIA GUINNESS, EM DUBLIN, IRLANDA . DURANTE O SEU TRABALHO NA GUINNESS DESENVOLVEU IMPORTANTE TRABALHO EM ESTATÍSTICA E É CONSIDERADO O PRECURSOR DA ESTATÍSTICA MODERNA.

**PROPÔS O TESTE  $t$**  E ESCREVEU TRABALHOS COM O PSEUDÔNIMO DE STUDENT.

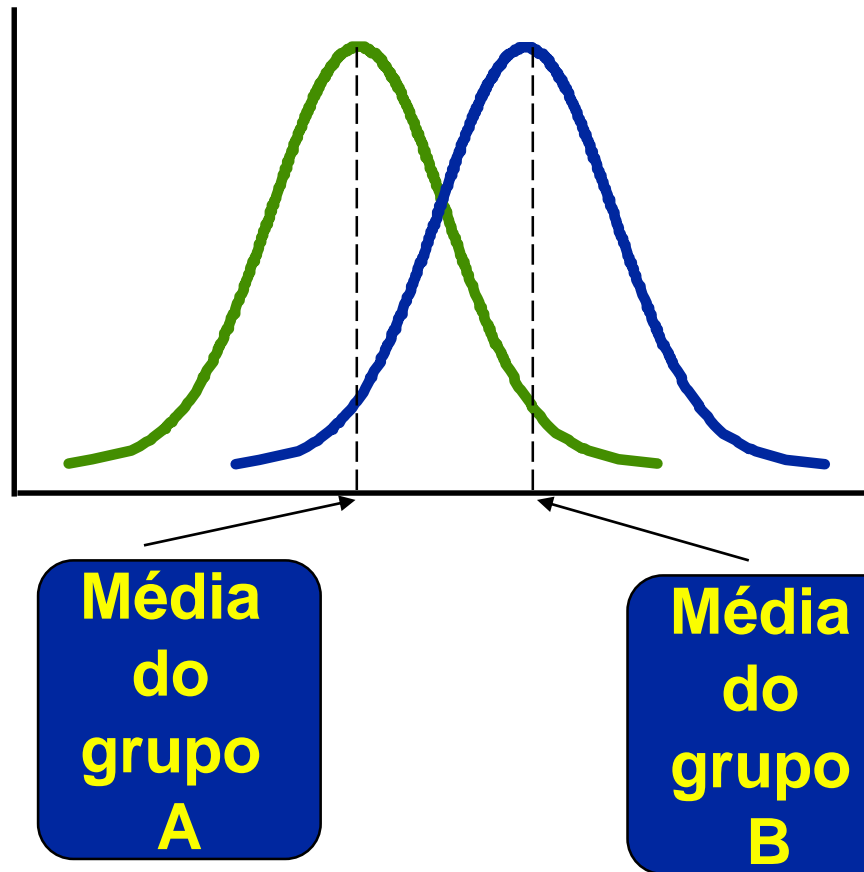
TROCOU CORRESPONDÊNCIAS COM FISHER, NEYMAN E PEARSON

---

# Student (William Sealy Gosset)

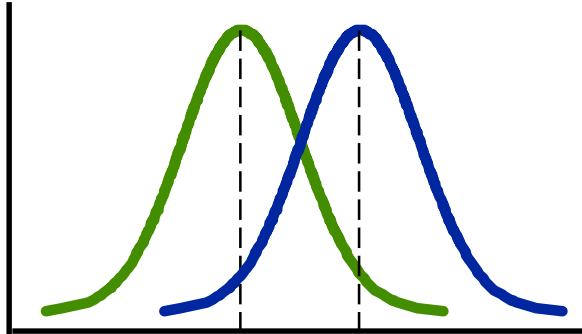


# Há diferença estatística entre as médias dos dois grupos?

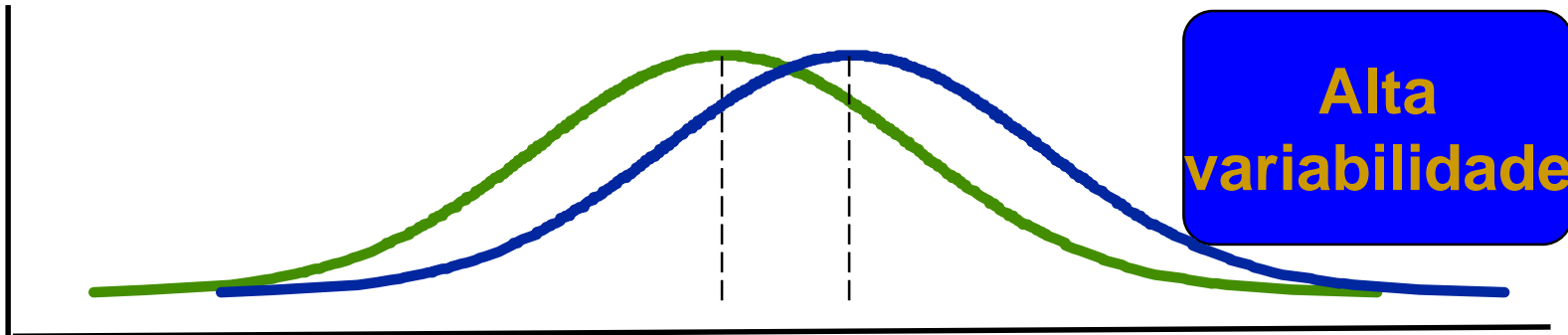


# O que a diferença significa?

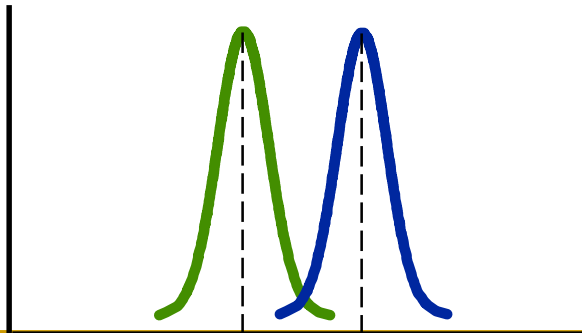
**Variabilidade média**



**Alta variabilidade**



**Baixa variabilidade**

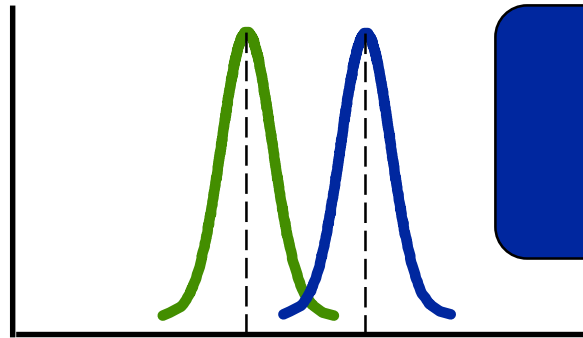




# O que a diferença significa?

- A diferença estatística é uma função da diferença entre as médias em relação a variabilidade.
- Uma pequena diferença entre médias com alta variabilidade pode ser devido ao acaso.

**Baixa  
variabilidade**



**Mostra a  
maior diferença**

# O que nós estimamos?

**Sinal**

**Ruído**

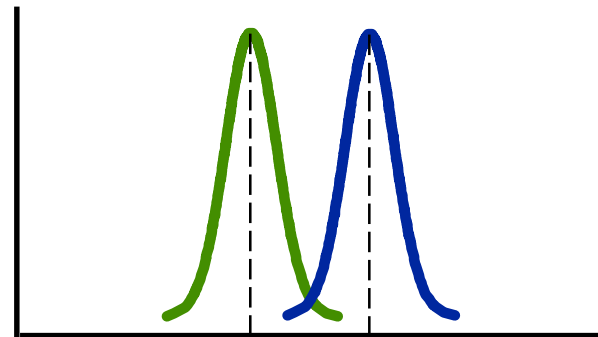
**Diferença entre as médias dos dois grupos**

**Variabilidade dos grupos**

$$= \frac{\bar{X}_T - \bar{X}_C}{\text{DesvPad}(\bar{X}_T - \bar{X}_C)}$$

**= Valor de t**

**Baixa  
variabilidade**



# TESTE t NÃO PAREADO

## ■ AMOSTRAS DE TAMANHOS IGUAIS

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}} \implies s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{2 \frac{s_p^2}{n}}$$

$$s_p^2 = \frac{SQ1 + SQ2}{2(n-1)} \implies g.l. = 2(n-1)$$

$$SQ1 = \sum x_{1i}^2 - \frac{(\sum x_{1i})^2}{n}$$

$$SQ2 = \sum x_{2i}^2 - \frac{(\sum x_{2i})^2}{n}$$

# TESTE t NÃO PAREADO

- AMOSTRAS DE TAMANHOS DIFERENTES (MUDA O VALOR DA VARIÂNCIA)

$$s_p^2 = \frac{SQ1 + SQ2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

$$s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{s_p^2}{n_1} + \frac{s_p^2}{n_2}} = \sqrt{s_p^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

---

# O PROC TTEST

- O **SAS** UTILIZA O PROCEDIMENTO ***TTEST*** PARA REALIZAR O TESTE ***t*** NÃO PAREADO.
  - COMPARA DUAS MÉDIAS E APRESENTA CORREÇÃO PARA HETEROSCEDASTICIDADE (HETEROGENEIDADE DA VARIÂNCIA)
-

```
TITLE1'**** BIOESTATÍSTICA ****';
TITLE3'**** Análise de dados pelo teste t-Student não pareado ****';
TITLE5'***** Maio de 2022 ****';
TITLE7'***** Alimentação de teiú em cativeiro ****';
FOOTNOTE1'TRATAMENTO A=10 % DE PROTEÍNA';
FOOTNOTE2'TRATAMENTO B=30 % DE PROTEÍNA';
DATA ALIMEN;
INPUT TRAT $ CRESC;
DATALINES;
A 23
A 19
A 21
A 9
A 25
A 33
A 18
A 22
B 34
B 32
B 19
B 17
B 35
B 26
B 16
B 29
;
ODS RTF FILE='F:\Base2012_Mac\Arquivos2009\Bioestatistica2022\TEIU_22.RTF';
PROC TTEST DATA=ALIMEN;
CLASS TRAT;
VAR CRESC;
RUN;
ODS RTF CLOSE;
```

## Programa SAS para análise de dados não pareados – PROC TTEST

\*\*\*\* *BIOESTATÍSTICA* \*\*\*\*

\*\*\*\* *Análise de dados pelo teste t-Student não pareado* \*\*\*\*

\*\*\*\*\* *Maio de 2022* \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\* *Alimentação de teiú em cativeiro* \*\*\*\*\*

*The TTEST Procedure*

*Variable: CRESC*

TRAT	N	Mean	Std Dev	Std Err	Minimum	Maximum
A	8	21.2500	6.7771	2.3961	9.0000	33.0000
B	8	26.0000	7.7460	2.7386	16.0000	35.0000
Diff (1-2)		-4.7500	7.2777	3.6388		

TRAT	Method	Mean	95% CL Mean		Std Dev	95% CL Std Dev	
A		21.2500	15.5842	26.9158	6.7771	4.4808	13.7932
B		26.0000	19.5242	32.4758	7.7460	5.1214	15.7651
Diff (1-2)	Pooled	-4.7500	-12.5545	3.0545	7.2777	5.3282	11.4776
Diff (1-2)	Satterthwaite	-4.7500	-12.5675	3.0675			

Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
Pooled	Equal	14	-1.31	0.2128
Satterthwaite	Unequal	13.757	-1.31	0.2132

Equality of Variances				
Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Folded F	7	7	1.31	0.7333

**TRATAMENTO A=10 % DE PROTEÍNA**

**B=30 % DE PROTEÍNA**

---

# TESTE $t$ PAREADO

- EM UMA FLORESTA TOMAMOS 20 ÁRVORES AO ACASO E EM 10 DELAS MEDIMOS A ALTURA COM UM APARELHO E NAS OUTRAS 10 ESTIMAMOS VISUALMENTE A ALTURA DAS ÁRVORES.
  - EM OUTRA FLORESTA TOMAMOS 10 ÁRVORES AO ACASO E EM CADA ÁRVORE MEDIMOS A ALTURA COM UM APARELHO E NAS MESMAS ÁRVORES ESTIMAMOS VISUALMENTE AS ALTURAS.
  - QUAL DOS DOIS DELINEAMENTOS É MAIS ADEQUADO, PARA COMPARAR OS DOIS MÉTODOS DE MEDIÇÃO?
-



---

# *t* PAREADO

- CADA PAR DE OBSERVAÇÕES É INDEPENDENTE DOS DE MAIS.
  - AS DIFERENÇAS PROVÉM DE UMA DISTRIBUIÇÃO NORMAL.
  - EX. 1: INFLUÊNCIA DE FENÓIS NA ATIVIDADE EM RATOS.
  - EX. 2: AVALIAÇÃO DO NÚMERO DE MOSCA DO CHIFRE EM BOVINOS.
-

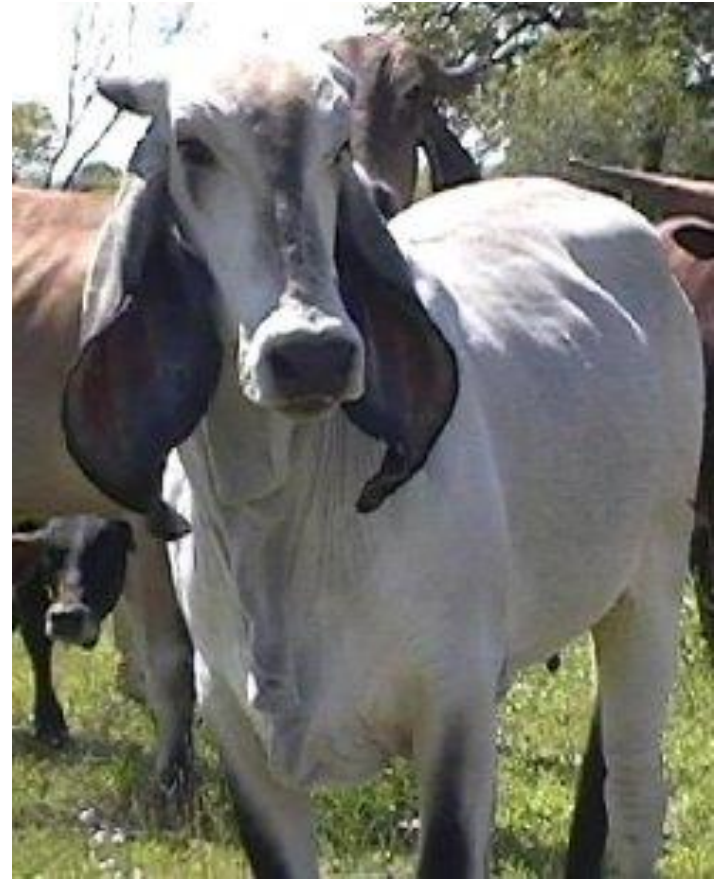
---

# MOSCA DO CHIFRE

## *Haematobia irritans*



# COMO AMOSTRAR MOSCA DO CHIFRE?



# RATOS DE LABORATÓRIO



**ESTUDO DE FENÓIS NO AR E  
ATIVIDADE: CONSUMO DE  
ALIMENTO, ÁGUA E  
CRESCIMENTO**

# TESTE t PAREADO: FÓRMULAS

$$t = \frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}}, \implies d_i = \text{diferença entre os valores}$$

$$g.l. = n - 1$$

$$s_d^2 = \frac{\sum d_i^2 - \frac{(\sum d_i)^2}{n}}{n - 1}$$

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{s_d^2}{n}}$$

```
TITLE2'**** B I O E S T A T Í S T I C A ****';
TITLE4'**** Análise de dados pelo teste t pareado ****';
TITLE6'*** Consumo de água por ratos ***';
FOOTNOTE1'TRATAMENTO A=RESPIRANDO FENÓIS';
FOOTNOTE2'          B=SEM FENÓIS NO AR';
OPTIONS PS=40 PAGENO=1;
DATA A;
INPUT C_FENOL S_FENOL;
DIF=C_FENOL-S_FENOL;
DATALINES;
14 12
19 17
26 20
12 13
11 12
21 20
17 14
;
ODS PDF
FILE='F:\Base2012_Mac\Arquivos2009\Bioestatística2022\FENOIS_22.RTF';
PROC UNIVARIATE NORMAL DATA=A;
VAR DIF;
RUN;
ODS PDF CLOSE;
```

## PROGRAMA SAS PARA O TESTE t PAREADO

*The SAS System*  
 \*\*\*\* *BIOESTATÍSTICA* \*\*\*\*

\*\*\*\* *Análise de dados pelo teste t pareado* \*\*\*\*

\*\*\*\* *MAIO DE 2009* \*\*\*\*

\*\*\* *Consumo de água por ratos* \*\*\*

*The UNIVARIATE Procedure*  
*Variable: DIF*

Moments			
<b>N</b>	7	<b>Sum Weights</b>	7
<b>Mean</b>	1.71428571	<b>Sum Observations</b>	12
<b>Std Deviation</b>	2.42997159	<b>Variance</b>	5.9047619
<b>Skewness</b>	0.65910767	<b>Kurtosis</b>	0.60858481
<b>Uncorrected SS</b>	56	<b>Corrected SS</b>	35.4285714
<b>Coeff Variation</b>	141.748342	<b>Std Error Mean</b>	0.91844293

**Resultado  
Programa  
SAS**

Basic Statistical Measures			
Location		Variability	
<b>Mean</b>	1.71429	<b>Std Deviation</b>	2.42997
<b>Median</b>	2.00000	<b>Variance</b>	5.90476
<b>Mode</b>	-1.00000	<b>Range</b>	7.00000
		<b>Interquartile Range</b>	4.00000

Note: The mode displayed is the smallest of 2 modes with a count of 2.

Tests for Location: Mu0=0				
Test	Statistic		p Value	
Student's t	t	1.866513	Pr >  t	0.1112
Sign	M	1.5	Pr >=  M	0.4531
Signed Rank	S	10	Pr >=  S	0.1094

Tests for Normality				
Test	Statistic		p Value	
Shapiro-Wilk	W	0.921875	Pr < W	0.4841
Kolmogorov-Smirnov	D	0.167486	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.042633	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.298382	Pr > A-Sq	>0.2500

Resultado do Teste t pareado

Resultado do Teste de Normalidade

***TRATAMENTO A=RESPIRANDO FENÓIS  
B=SEM FENÓIS NO AR***



*The SAS System*

\*\*\* *BIOESTATÍSTICA* \*\*\*

\*\*\* *Análise de dados pelo teste t pareado* \*\*\*

\*\*\* *MAIO DE 2009* \*\*\*

\*\*\* *Consumo de água por ratos* \*\*\*

*The UNIVARIATE Procedure*

*Variable: DIF*

Quantiles (Definition 5)	
Quantile	Estimate
100% Max	6
99%	6
95%	6
90%	6
75% Q3	3
50% Median	2
25% Q1	-1
10%	-1
5%	-1
1%	-1
0% Min	-1

Extreme Observations			
Lowest		Highest	
Value	Obs	Value	Obs
-1	5	1	6
-1	4	2	1
1	6	2	2
2	2	3	7
2	1	6	3

*TRATAMENTO A=RESPIRANDO FENÓIS*  
*B=SEM FENÓIS NO AR*

---

OBRIGADO !!!

ATÉ A  
PRÓXIMA !!!

---