



PARTE I DA FREQUÊNCIA DE ESTATÍSTICA APLICADA

3 DE ABRIL DE 2024 – DURAÇÃO: 1H30M

Anova 1 Fator

compara mais de 2 grupos de 1 variável categórica

1. Num ensaio experimental com a duração de 18 meses, em ambiente de estufa, pretendeu-se estudar o efeito da fertilização, indução de micorrizas e da indução de aminoácidos no crescimento/desenvolvimento das plantas jovens de sobreiro. Foram considerados os tratamentos (T1 – testemunha; T2 – Fertilização; T3 – Indução de micorrizas; T4 - Indução de aminoácidos; T5 – Indução de micorrizas + aminoácidos). No fim do ensaio foram recolhidas e calculadas algumas variáveis, entre as quais a área foliar (cm²), de que resultaram os *outputs* abaixo.

a) Identifique e justifique o modelo utilizado e retire as conclusões que entender pertinentes.

b) Estabeleça contrastes ortogonais para comparar o tratamento T1 com os restantes, o efeito da fertilização com o de indução de micorrizas e o efeito de indução de aminoácidos com e sem micorrizas.

Coluna-linha

Col Mean	Row Mean	T1	T2	T3	T4
-1.670320	0.1423				
-4.964594	-3.294274	0.0000*	0.0035*		
-2.769542	-1.099222	0.0168*	0.2717	0.0563	
-5.099170	-3.428849	0.0000*	0.0024*	0.4465	0.0496

alpha = 0.05
Reject Ho if p <= alpha/2

D'Agostino skewness test

data: rs
skew = -3.0591, z = -9.7279, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: data have a skewness

Kruskal-Wallis rank sum test

data: log(Are_Foliar) by Tratamento
Kruskal-Wallis chi-squared = 38.076, df = 4, p-value = 1.081e-07

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

Df F value Pr(>F)
group 4 2.11 0.08153
175

Homocedasticidade ✓

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamento	4	9.49	2.372	3.875	0.00484 **
Residuals	175	107.10	0.612		

Registando Ho em Kruskal-Wallis
Seguimos para o teste Dunn

	diff	lwr	upr	p adj
T2-T1	-0.16802032	-0.67627450	0.3402339	0.8922908
T3-T1	0.44123647	-0.06701771	0.9494907	0.1220788
T4-T1	0.16806967	-0.34018451	0.6763239	0.8921877
T5-T1	0.38648622	-0.12176796	0.8947404	0.2264268
T3-T2	0.60925680	0.10100262	1.1175110	0.0100467
T4-T2	0.33608999	-0.17216419	0.8443442	0.3638306
T5-T2	0.55450654	0.04625236	1.0627607	0.0248801
T4-T3	-0.27316680	-0.78142098	0.2350874	0.5758810
T5-T3	-0.05475025	-0.56300443	0.4535039	0.9982919
T5-T4	0.21841655	-0.28983763	0.7266707	0.7602395

$\mu_{T1} < \mu_{T3}$ $\mu_{T2} < \mu_{T3}$
 $\mu_{T1} < \mu_{T4}$ $\mu_{T2} < \mu_{T5}$
 $\mu_{T1} < \mu_{T5}$
T1 e T2 menos desenvolvidos.
T3, T4 e T5 mais desenvolvidos.

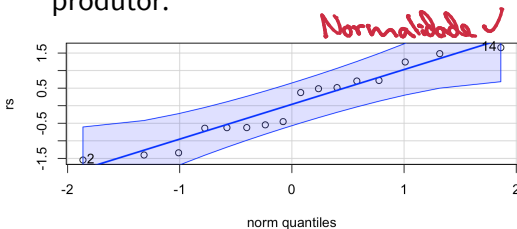
Shapiro-Wilk normality test

data: rs
W = 0.69489, p-value < 2.2e-16

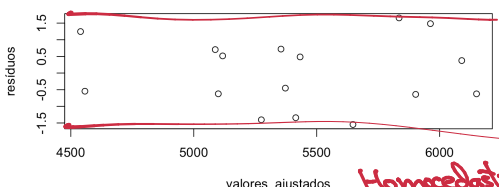
Normalidade X

Anova 1 Fator em Blocos

2. Num ensaio em vacas-leiteiras pretende-se analisar o efeito sobre a produção de leite (litros/época de lactação) de 4 regimes alimentares (A, B, C e D). Dado não existirem vacas suficientes na mesma época de lactação para condução do ensaio, foram considerados 4 animais em cada uma de 4 épocas de lactação, tendo sido atribuídos os regimes alimentares aleatoriamente aos animais em cada uma das épocas de lactação. A análise dos dados conduziu à obtenção dos *outputs* abaixo. Identifique o modelo utilizado, valide os seus pressupostos e emita um pequeno relatório para o produtor.



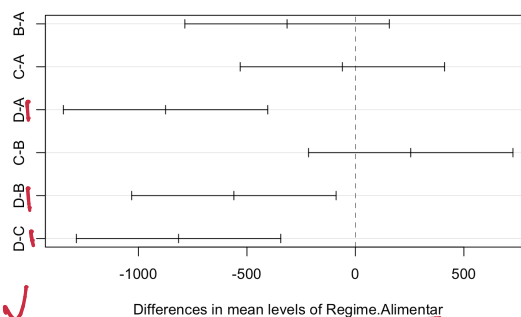
Tukey's one df test for additivity
F = 0.5680083 Denom df = 8 p-value = 0.4726474



Homocedasticidade ✓

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Regime.Alimentar	3	1912425	637475	13.99	0.000977 ***
Época.de.lactação	3	1671800	557267	12.23	0.001582 **
Residuals	9	410051	45561		

95% family-wise confidence level



$\mu_D < \mu_A$

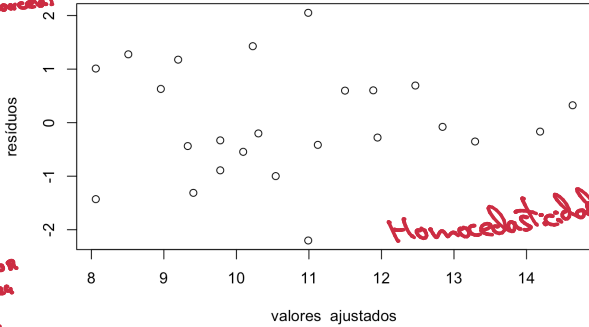
$\mu_D < \mu_B$
 $\mu_D < \mu_C$

Não deve seguir o regime alimentar D, único que tem produção de leite inferior.

3. Dê um exemplo concreto, justificando e sem recorrer às aulas, em que utilizaria cada um dos seguintes delineamentos:

- Duas amostras emparelhadas. *Análise de vendas de 20 lojas, antes e depois de uma campanha publicitária.*
- Medidas repetidas. *Efeito de métodos de ensino no desempenho dos alunos. 3 métodos de ensino (ensino, tradicional, híbrido) e 3 momentos de avaliação (início, meio e fim das aulas).*

Ancova 4. Quando se pretendem comparar os rendimentos de diferentes variedades de certas culturas, a resposta pode estar confundida por o número de plantas por parcela poder variar. Os *outputs* abaixo foram obtidos para comparar o peso seco médio obtido com quatro variedades de milho. Identifique e justifique a abordagem utilizada, valide os seus pressupostos e emita um pequeno relatório com as principais conclusões.



	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variedades	3	41.83	13.944	2.52	0.0871
Residuals	20	110.67	5.533		

Linearidade ?

Shapiro-Wilk normality test

data: rs

W = 0.98466, p-value = 0.964

Normalidade ✓

Anova Table (Type III tests)

Response: Peso_seco

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
(Intercept)	0.2065	1	0.5125	0.4843718
Variedades	0.5081	3	0.4203	0.7409431
N_plantas	8.9857	1	22.2974	0.0002302 ***
Variedades:N_plantas	0.2718	3	0.2248	0.8777630
Residuals	6.4479	16		

Não há interação

Anova Table (Type III tests)

Response: Peso_seco

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
(Intercept)	2.3111	1	6.5347	0.0193 *
Variedades	16.1637	3	15.2343	2.724e-05 ***
N_plantas	22.2453	1	62.8988	1.906e-07 ***
Residuals	6.7197	19		

Ambas apresentam diferenças significativas.

5. Os resultados abaixo resultam de uma parte da análise do tempo de entrega de 4 materiais (3 aço carbono e um aço inox) por 4 fornecedores. Identifique, justificando, o modelo adequado para a análise destes dados e apresente um pequeno relatório das conclusões que é possível retirar. Considere que os pressupostos estão validados, mas indique que faria caso falhassem ambos.

Anova 2 fatores

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Fornecedor	3	0.0462	0.0154	1.189	0.33
Material	3	1.1594	0.3865	29.826	2.15e-09 ***
Fornecedor:Material	9	0.7968	0.0885	6.833	2.03e-05 ***
Residuals	32	0.4146	0.0130		

Há interação

Material = CS1045: <i>Não há diferença</i>						
contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value	
A - B	0.08346	0.0929	32	0.898	0.8059	
A - C	0.08149	0.0929	32	0.877	0.8168	
A - D	0.22274	0.0929	32	2.397	0.0981	
B - C	-0.00197	0.0929	32	-0.021	1.0000	
B - D	0.13928	0.0929	32	1.499	0.4501	
C - D	0.14125	0.0929	32	1.520	0.4379	

Material = CS1090: <i>Não há diferença</i>						
	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
	A - B	0.15386	0.0929	32	1.655	0.3633
	A - C	0.03574	0.0929	32	0.385	0.9803
	A - D	0.02364	0.0929	32	0.254	0.9941
	B - C	-0.11812	0.0929	32	-1.271	0.5876
	B - D	-0.13022	0.0929	32	-1.401	0.5079
	C - D	-0.01210	0.0929	32	-0.130	0.9992

Material = AI316:						
	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
	A - B	-0.00282	0.0929	32	-0.030	1.0000
	A - C	0.00444	0.0929	32	0.048	1.0000
	A - D	-0.53439	0.0929	32	-5.750	<.0001
	B - C	0.00726	0.0929	32	0.078	0.9998
	B - D	-0.53158	0.0929	32	-5.719	<.0001
	C - D	-0.53883	0.0929	32	-5.798	<.0001

Material = CS1020: <i>Não há diferença</i>						
	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
A - B		-0.00804	0.0929	32	-0.087	0.9998
A - C		0.00298	0.0929	32	0.032	1.0000
A - D		0.18632	0.0929	32	2.005	0.2075
B - C		0.01103	0.0929	32	0.119	0.9994
B - D		0.19437	0.0929	32	2.091	0.1776
C - D		0.18334	0.0929	32	1.973	0.2194

Material = AI316: No aço inoxidável o tempo de entrega é superior ao dos aços de carbono para o fornecedor D.

Caso falhassem ambos Seria forçado a realizar uma transformação que permitisse verificar pelo menos um dos pressupostos.