



PARTE I DA FREQUÊNCIA DE ESTATÍSTICA APLICADA

3 DE ABRIL DE 2024 – DURAÇÃO: 1H30M

Anova 1 Fator com mais de 2 grupos de 1 variável categoria

- 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 ( $\text{cm}^2$ ), de que resultaram os outputs abaixo.
  - Identifique e justifique o modelo utilizado e retire as conclusões que entender pertinentes.
  - 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.

(4, -1, -1, -1, -1)  
(0, 2, -1, 0, -1)  
(0, 0, 0, 1, -1)

*coluna-linha*

		Comparison of x by group (Holm)			
Col Mean	Row Mean	T1	T2	T3	T4
T2	-1.670320 0.1423				
T3	-4.964594 0.0000*	-3.294274 0.0035*			
T4	-2.769542 0.0168*	-1.099222 0.2717	2.195052 0.0563		
T5	-5.099170 0.0000*	-3.428849 0.0024*	-0.134575 0.4465	-2.329627 0.0496	

alpha = 0.05

Reject Ho if p <= alpha/2

D'Agostino skewness test

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

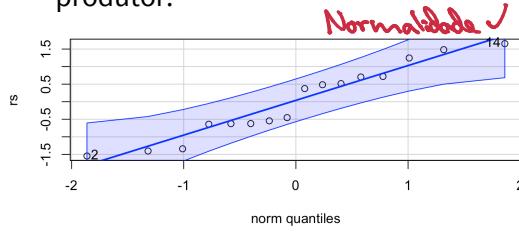
Kruskal-Wallis rank sum test					
data: log(Are_Foliar) by Tratamento					
Kruskal-Wallis chi-squared = 38.076, df = 4, p-value = 1.081e-07					
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)					
Df F value Pr(>F)					
group 4 2.11 0.08153 .					
175					
Homocedasticidade ✓					
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)					
Tratamento 4 9.49 2.372 3.875 0.00484 **					
Residuals 175 107.10 0.612					

Rejeitando Ho  
em Kruskal-Wallis  
Sugamos para  
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

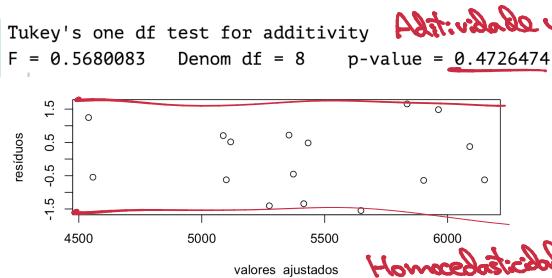
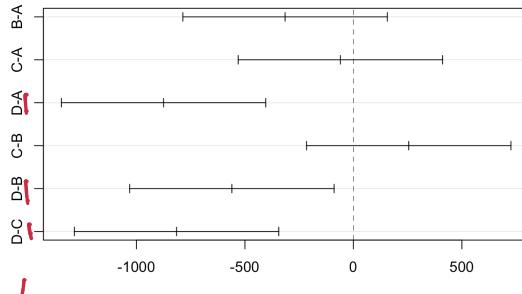
Anova 1 Fator em Blocos

- 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.



	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



Homocedasticidade ✓

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

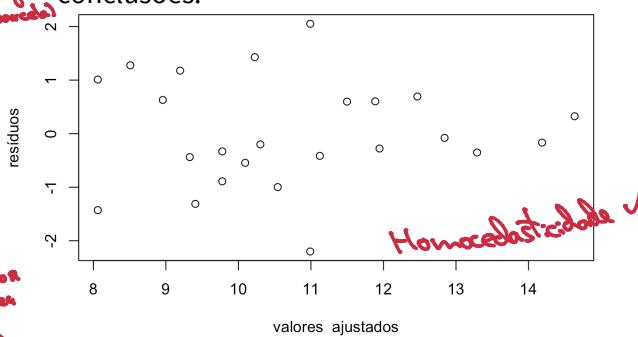
mo < ma  
mo < mb  
mo < mc

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

a) Duas amostras emparelhadas. *Análise de vendas de 20 lojas, antes e depois de uma campanha publicitária.*  
 b) Medidas repetidas. *Efeito da métodos de ensino no desempenho dos alunos. 3 métodos de ensino (online, tradicional, híbrido) e 5 momentos de avaliação (início, meio e fim das aulas).*

4. Quando se pretendem comparar os rendimentos de diferentes variedades de certas culturas, a resposta

*Comparar médias de um fator exógeno e controlar o efeito da covariância que pode influenciar a variável resposta (nº plantas porcela).* Conferir se 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.



*Peso > pcor  
pobs < pcor  
pobs > pcor*

	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.*

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: aov(formula = Peso\_seco ~ Variedades + N\_plantas, data = dados)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
Ohio (k-24) - Cornell == 0	1.7200	0.3615	4.758	<0.001 ***
Ohio (M-25) - Cornell == 0	-0.8194	0.3560	-2.301	0.132
Robson - Cornell == 0	-0.1322	0.3454	-0.383	0.980
Ohio (M-25) - Ohio (k-24) == 0	-2.5394	0.4011	-6.332	<0.001 ***
Robson - Ohio (k-24) == 0	-1.8522	0.3515	-5.269	<0.001 ***
Robson - Ohio (M-25) == 0	0.6872	0.3678	1.868	0.273
---				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				
(Adjusted p values reported -- single-step method)				

5. Os resultados abaixo resultam de uma parte da análise do tempo de entrega de 4 materiais (3 aço carbono

*Anova 2 fatores*

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.

	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		
---					
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

*Há interação*

contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
AI316 - CS1020	0.36677	0.0465	32	7.893	<.0001
AI316 - CS1045	0.32688	0.0465	32	7.034	<.0001
X AI316 - CS1090	0.37555	0.0465	32	8.082	<.0001
CS1020 - CS1045	-0.03990	0.0465	32	-0.859	0.8259
CS1020 - CS1090	0.00878	0.0465	32	0.189	0.9976
CS1045 - CS1090	0.04867	0.0465	32	1.047	0.7232

Material = CS1045: *Não há diferença*

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 = 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 = CS1090: *Não há diferença*

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 = CS1020: *Não há diferença*

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

*M>MA*

*M>MC*

*M>MD*

*No aço inoxidável o tempo de entrega é superior ao dos aços de carbono jessa o fornecedor D.*

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