

**Estatística Experimental**  
Prof. Anderson Rodrigo da Silva

## 3ª LISTA DE EXERCÍCIOS

### #1

Organize um experimento em esquema fatorial, inteiramente casualizado, na cultura da cana-de-açúcar para estudar o efeito de cinco fórmulas de adubação e três tipos de calcário. Defina o modelo matemático, os tratamentos e a forma como serão casualizados, a variável em análise, as hipóteses e expresse graus de liberdade, somas de quadrado e quadrado médio, resumindo as fórmulas em uma tabela de ANOVA.

### #2

Analise os dados apresentados na tabela a seguir, verificando se existe interação A x B. Compare o resultado do teste F a 5% e a 1% de significância, e tire as conclusões pertinentes. Se necessário, aplique o teste HSD de Tukey a 5%.

Dados de um experimento fatorial 3 x 2

Bloco	Tratamento					
	A <sub>0</sub> B <sub>0</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>0</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>0</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>
I	12	22	22	32	23	30
II	17	23	21	35	24	29
III	19	27	23	35	25	33

### #3

Os dados abaixo são de um experimento realizado no delineamento de blocos ao acaso em fatorial 2 x 2, com 5 repetições. O fator A constava de água captada de fontes diferentes (F1 e F2) e o fator B de dois métodos de irrigação (M1 e M2). Os resultados abaixo são referentes à altura de plantas (cm) de Eucaliptus após dois anos de cultivo.

Fontes de água	Métodos	Blocos				
		I	II	III	IV	V
F1	M1	100	104	100	105	102
F1	M2	112	115	115	115	114
F2	M1	102	105	105	106	104
F2	M2	111	115	116	119	115

- Faça a ANOVA e, se necessário, aplique um teste post-hoc apropriado.
- Calcule e interprete o coeficiente de variação para a característica em análise.

**#4**

Foi realizada uma pesquisa para testar dois tipos de ambiente (com luz artificial e sem luz artificial no período da noite) e dois tipos de ração (com cálcio e sem cálcio). Para tanto foram utilizadas 24 poedeiras similares, escolhidas aleatoriamente. Ao final da avaliação foram obtidos os seguintes resultados (ovos/poedeira):

Ração	com luz artificial						sem luz artificial					
com cálcio	50	52	48	54	52	50	49	52	50	48	46	45
sem cálcio	42	44	46	43	44	45	40	40	38	39	41	43

- Construa o gráfico de interação.
- Apresente o modelo de ANOVA e as hipóteses em teste.
- Verifique se os “tratamentos” apresentam homocedasticidade.
- Pode-se afirmar que o Tipo de Ração e o tipo de Ambiente atuam independentemente na produção de ovos?
- Qual seria o tipo de Ração recomendada?
- Qual seria o tipo de Ambiente recomendado?

**#5**

Em um experimento fatorial, no DIC foram combinados 2 níveis do fator A com 3 níveis do fator B (ambos qualitativos), com 3 repetições. Os valores obtidos para cada repetição nos tratamentos avaliados, são dados abaixo.

	B1			B2			B3		
A1	12	14	16	15	17	18	12	11	13
A2	14	13	16	11	12	11	12	12	13

- Construa o gráfico de interação.
- Apresente o modelo de ANOVA e as hipóteses em teste.
- Verifique se os “tratamentos” apresentam homocedasticidade.
- Pode-se afirmar que os fatores atuam independentemente?

**#6**

Um pesquisador, com o objetivo de verificar o efeito da dose de adubação fosfatada e o seu tipo de aplicação na cultura do milho, instalou um experimento no qual cada uma das doses de adubação fosfatada constituíram as parcelas as quais foram distribuídas segundo o DBC e o tipo de aplicação as subparcelas. Com base nos resultados fornecidos abaixo, referentes a produção de milho (kg/ha), faça a análise de variância e, se necessário, aplique o teste LSD de Fisher para comparação de médias.

Dose	Aplicação	Blocos				Totais de tratamentos
		I	II	III	IV	
0	cova	3778	3618	2164	3996	13556
	sulco	3467	4284	3773	3280	14804
	lanço	3422	3760	2747	2853	12782
Totais de parcelas		10667	11662	8684	10129	
40	cova	3302	2671	2782	2502	11257
	sulco	3653	2653	3529	2258	12093
	lanço	3711	3284	2556	3284	12835
Totais de parcelas		10666	8608	8867	8044	

80	cova	2938	2813	2560	3049	11360
	sulco	3800	4356	3560	4013	15729
	lanço	2702	3520	3382	3524	13128
Totais de parcelas		9440	10689	9502	10586	
120	cova	3013	3787	3142	3604	13546
	sulco	3338	3369	2507	4200	13414
	lanço	3156	4369	2831	4222	14578
Totais de parcelas		9507	11525	8480	12026	
Totais de blocos		40280	42484	35533	40785	159082

### #7

Como deve ser planejado um experimento para estudar três variedades de alface e quatro níveis de irrigação? Apresente um croqui.

### #8

Considere os dados simulados de altura de plantas (cm). Um experimento em blocos foi instalado. Os blocos controlam a fertilidade do solo. Os tratamentos primários (A) são três níveis de adubação. Os tratamentos secundários (B) são dois espaçamentos.

Bloco	A0		A1		A2	
	B0	B1	B0	B1	B0	B1
<i>I</i>	58	44	85	59	66	54
<i>II</i>	77	59	90	68	93	75
<i>III</i>	38	30	73	45	67	53
<i>IV</i>	52	34	77	55	64	48

Pede-se:

- Construa o gráfico de interação
- Realize a ANOVA, monte as devidas hipóteses e tire conclusões
- Avalie a precisão experimental a partir do coeficiente de variação
- Aplique, o teste HSD de Tukey

### #9

Num experimento sobre a aplicação de amadurecedores em cana-de-açúcar, conduzido pela PLANALSUCAR, foram estruturados 8 blocos com os tratamentos: T1 - testemunha, T2 - Polaris, T3 - Ethrel. De cada parcela foram coletadas amostras de cana nas seguintes épocas, após a aplicação dos amadurecedores: E1 - 0 semana, E2 - 2 semanas, E3 - 4 semanas, E4 - 6 semanas, E5 - 8 semanas, E6 - 10 semanas. Os dados de grau brix do caldo são apresentados no quadro que se segue:

TRATAMENTOS	SEMANAS	B L O C O S							
		1	2	3	4	5	6	7	8
$T_1$ TESTE-MUNHA	0	17,70	17,50	17,95	17,90	17,30	17,60	17,40	17,75
	2	16,95	18,60	17,05	18,00	19,40	18,55	17,80	18,05
	4	18,95	18,10	17,60	18,35	19,20	18,90	18,25	18,70
	6	18,65	18,50	19,65	18,30	20,10	18,75	19,25	17,40
	8	19,70	20,20	19,70	19,70	20,55	20,25	19,80	18,70
	10	20,75	19,00	19,85	20,80	19,45	21,70	19,10	18,25
$T_2$ POLARIS	0	16,83	16,96	17,25	18,22	17,75	16,90	16,70	17,19
	2	17,70	17,56	18,17	17,72	19,48	18,20	18,58	18,14
	4	18,00	18,05	18,55	19,52	20,70	18,85	18,41	19,20
	6	18,68	18,83	17,65	20,40	20,03	19,63	18,70	19,71
	8	19,55	19,38	18,10	20,85	20,80	20,42	19,33	21,10
	10	15,56	17,18	19,00	19,40	20,45	19,92	20,00	19,65
$T_3$ ETHREL	0	16,63	17,70	17,52	17,52	17,26	17,18	17,43	16,52
	2	17,18	17,75	17,65	17,55	18,61	18,26	18,00	16,56
	4	18,05	18,20	18,57	19,57	19,03	18,91	18,48	17,73
	6	18,50	19,53	19,08	19,03	19,48	18,95	18,77	16,54
	8	20,65	29,90	18,68	18,55	20,28	20,25	19,27	15,60
	10	19,90	23,96	19,08	19,03	20,62	20,33	20,06	18,85

### #10

Considere um experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, onde o fator A foi casualizado nas parcelas e fator B casualizado nas subparcelas. São dados:

	Totais das combinações (tratamentos)			
	B1	B2	B3	Soma
A1	20,4	19,7	32,3	72,4
A2	11,3	10,6	18,0	39,9
Soma	31,7	30,3	50,3	112,3

SQParcelas = 55,9836

SQTotal = 121,4907

Efetue o teste F para a interação AxB e proceda às comparações dos níveis dos fatores A e B pelo teste de Duncan, se necessário, de acordo com o resultado de significância para a interação. Utilize  $\alpha = 5\%$ .

**#11**

Considere dados de um experimento fatorial  $2 \times 4$  instalado em delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições. Os fatores em estudo foram: cultivares de milho (C1 e C2) e doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>). Os resultados a seguir são referentes à produtividade (kg/parcela).

Cultivar	Dose de N	Repetições					Média
		I	II	III	IV	V	
C1	0	12	11	10	11	11	11
	50	15	14	16	17	18	16
	100	16	19	19	20	21	19
	150	24	23	21	20	26	22.8
C2	0	8	7	6	8	7	7.2
	50	12	14	13	16	11	13.2
	100	18	17	19	16	20	18
	150	22	24	23	21	20	22

- Faça a análise de variância. De acordo com os resultados dos testes F, adote o procedimento pós-Anova apropriado para o estudo dos fatores cultivar e dose de N.
- Qual a produtividade esperada de milho se fosse aplicada a dose 120 kg ha<sup>-1</sup> de N? O valor obtido é esperado ser o mesmo para ambos os cultivares? Justifique sua resposta.

**#12**

Em um experimento fatorial em que foram combinados 4 níveis do fator A com 2 níveis do fator B, num DBC com 5 repetições, são dados:

Níveis de A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
Totais	198	184	162	154

SQresíduo = 223,9680

Admitindo que os fatores atuam independentemente, proceda a análise estatística apropriada.

**#13**

Abaixo, são mostrados os dados de um experimento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, onde o fator A, com dois níveis, foi casualizado nas parcelas e o fator B, com dois níveis, foi casualizado nas subparcelas.

Fator A	Fator B	Repetição		
		I	II	III
A1	B1	58	77	38
	B2	44	59	30
A2	B1	85	90	73
	B2	59	68	45

Efetue o teste F para a interação AxB e proceda às comparações dos níveis dos fatores A e B pelo teste de Tukey, se necessário, de acordo com o resultado de significância para a interação. Utilize  $\alpha = 5\%$ .

**#14**

Tente resolver todos os exercícios anteriores no R.