

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO**  
**ESTATÍSTICA EXPERIMENTAL APLICADA A RECURSOS HÍDRICOS**  
**PROVA 2**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: 13/02/2014

**Questão 1 (3,5).** Com o objetivo de comparar de três fermentos para pão (A, B e C), um experimento foi conduzido em 15 filiais de uma cadeia de padarias. Inicialmente, foi preparada a massa sem fermento, que foi dividida em 15 porções e cada porção foi entregue a uma padaria. Em seguida, os três tipos de fermentos foram casualizados às 15 padarias. Após o período de assamento, foi avaliada a altura de crescimento do pão (em cm). Os dados abaixo são as alturas de crescimento dos 15 pães.

Fermento	Repetição					Média
	1	2	3	4	5	
A	7,5	8,2	7,0	6,8	7,5	7,40
B	9,5	10,5	10,0	12,0	10,1	10,42
C	8,4	9,5	12,0	9,2	11,5	10,12
Média geral						9,313

- Identifique a unidade de pesquisa (unidade experimental).
- Identifique e classifique a variável resposta.
- Identifique e classifique o fator de tratamento e especifique os seus níveis.
- Especifique o modelo estatístico e indique as pressuposições.
- Estabeleça a hipótese de interesse.
- Complete a tabela da análise da variância abaixo e conclua sobre a hipótese testada. Use  $\alpha = 0,01$ .

Tabela da análise da variância:

Fonte de variação	v	SQ	s <sup>2</sup>	F
Tratamento				
Resíduo				
Total		42,12	-	-

- Compare as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey, ao nível  $\alpha = 0,05$ , apresentando todos os passos do processo, e redija as conclusões.
- Os diferentes testes de comparações múltiplas devem apresentar os mesmos resultados? Por quê?

**Questão 2 (5,0).** Um experimento foi conduzido para aumentar a adesão de produtos de borracha. Dezesesseis produtos foram feitos com um novo aditivo e 16 sem ele. A adesão do produto foi avaliada em quatro diferentes temperaturas. Os resultados são apresentados na tabela abaixo.

Aditivo	Temperatura (°C)				Médias
	50	60	70	80	
Sem	2,3	3,4	3,8	3,9	3,36
	3,1	3,6	3,9	3,2	
	2,9	3,7	4,1	3,0	
	3,2	3,2	3,8	2,7	
Com	4,3	3,8	3,9	3,5	3,83
	3,9	3,8	4,0	3,6	
	3,9	3,9	3,7	3,8	
	4,2	3,5	3,6	3,9	
Médias	3,48	3,61	3,85	3,45	3,60

- Liste os fatores e correspondentes níveis e os tratamentos do experimento.
- Estabeleça o modelo estatístico e diga o significado de cada termo.
- Estabeleça as hipóteses de interesse.
- Construa o gráfico da interação.
- A partir da tabela da análise da variância abaixo, conclua sobre as hipóteses testadas. Considere  $\alpha=0,05$ .

Fonte de variação	v	SQ	s <sup>2</sup>	F
Tratamento		(4,357)		
Resíduo			0,07885	
Total		6,250		

- Teste o efeito simples do Aditivo nas temperaturas 50 e 70, usando o teste DMS de Fisher, ao nível  $\alpha=0,05$ . (Estabeleça as hipóteses e redija as conclusões.)
- Que procedimento você indicaria para testar o efeito simples da Temperatura em cada nível do fator Aditivo? Por quê?

**Questão 3 (1,5).** Considerando os resultados da análise do experimento abaixo, responda as seguintes questões.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
A	3	3.4323865	1.144129	0.62454	0.6021
B	3	59.699578	19.89986	10.863	0.00000999
A.B	9	16.534893	1.83721	1.0029	0.4487
RESIDUO	56	102.58958	1.831957	-	-
TOTAL	71	182.25644	-	-	-

- Identifique os fatores do experimento e seus níveis.
- Especifique o modelo estatístico.
- Especifique as hipóteses de interesse e conclua sobre elas.
- Esta análise é conclusiva ou requer prosseguimento? Se sim, qual seria o próximo passo?

**Tabela 1.** Pontos percentuais da distribuição da amplitude estudentizada para o teste de Tukey.

v	$\alpha$	t = número de tratamentos																		
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6	0,05	3,46	4,34	4,90	5,31	5,63	5,89	6,12	6,32	6,49	6,65	6,79	6,92	7,03	7,14	7,24	7,34	7,43	7,51	7,59
	0,01	5,24	6,33	7,03	7,56	7,97	8,32	8,61	8,87	9,10	9,30	9,49	9,65	9,81	9,95	10,08	10,21	10,32	10,43	10,54
7	0,05	3,34	4,16	4,68	5,06	5,36	5,61	5,82	6,00	6,16	6,30	6,43	6,55	6,66	6,76	6,85	6,94	7,02	7,09	7,17
	0,01	4,95	5,92	6,54	7,01	7,37	7,68	7,94	8,17	8,37	8,55	8,71	8,86	9,00	9,12	9,24	9,35	9,46	9,55	9,65
8	0,05	3,26	4,04	4,53	4,89	5,17	5,40	5,60	5,77	5,92	6,05	6,18	6,29	6,39	6,48	6,57	6,65	6,73	6,80	6,87
	0,01	4,74	5,63	6,20	6,63	6,96	7,24	7,47	7,68	7,87	8,03	8,18	8,31	8,44	8,55	8,66	8,76	8,85	8,94	9,03
9	0,05	3,20	3,95	4,42	4,76	5,02	5,24	5,43	5,60	5,74	5,87	5,98	6,09	6,19	6,28	6,36	6,44	6,51	6,58	6,64
	0,01	4,60	5,43	5,96	6,35	6,66	6,91	7,13	7,32	7,49	7,65	7,78	7,91	8,03	8,13	8,23	8,32	8,41	8,49	8,57
10	0,05	3,15	3,88	4,33	4,65	4,91	5,12	5,30	5,46	5,60	5,72	5,83	5,93	6,03	6,11	6,20	6,27	6,34	6,40	6,47
	0,01	4,48	5,27	5,77	6,14	6,43	6,67	6,87	7,05	7,21	7,36	7,48	7,60	7,71	7,81	7,91	7,99	8,07	8,15	8,22
11	0,05	3,11	3,82	4,26	4,57	4,82	5,03	5,20	5,35	5,49	5,61	5,71	5,81	5,90	5,99	6,06	6,14	6,20	6,26	6,33
	0,01	4,39	5,14	5,62	5,97	6,25	6,48	6,67	6,84	6,99	7,13	7,25	7,36	7,46	7,56	7,65	7,73	7,81	7,88	7,95
12	0,05	3,08	3,77	4,20	4,51	4,75	4,95	5,12	5,27	5,40	5,51	5,62	5,71	5,80	5,88	5,95	6,03	6,09	6,15	6,21
	0,01	4,32	5,04	5,50	5,84	6,10	6,32	6,51	6,67	6,81	6,94	7,06	7,17	7,26	7,36	7,44	7,52	7,59	7,66	7,73

**Tabela 2.** Limites unilaterais superiores da distribuição F:  $P(F > f_\alpha)$ .

v <sub>2</sub>	$\alpha$	v <sub>1</sub>																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20	24	30	40	60	120	Inf.
3	0,05	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,76	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53
	0,025	17,44	16,04	15,44	15,10	14,88	14,73	14,62	14,54	14,47	14,42	14,34	14,25	39,43	14,17	14,12	14,08	14,04	13,99	13,95	13,90
	0,001	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,35	27,23	27,13	27,05	26,87	26,69	26,60	26,50	26,41	26,32	26,22	26,13
10	0,05	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,94	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54
	0,025	6,94	5,46	4,83	4,47	4,24	4,07	3,95	3,85	3,78	3,72	3,62	3,52	3,52	3,42	3,37	3,31	3,26	3,20	3,14	3,08
	0,001	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,78	4,71	4,56	4,41	4,33	4,25	4,17	4,08	4,00	3,91
11	0,05	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,82	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40
	0,025	6,72	5,26	4,63	4,28	4,04	3,88	3,76	3,66	3,59	3,53	3,43	3,33	3,33	3,23	3,17	3,12	3,06	3,00	2,94	2,88
	0,001	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,46	4,40	4,25	4,10	4,02	3,94	3,86	3,78	3,69	3,60
12	0,05	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,72	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30
	0,025	6,55	5,10	4,47	4,12	3,89	3,73	3,61	3,51	3,44	3,37	3,28	3,18	3,18	3,07	3,02	2,96	2,91	2,85	2,79	2,72
	0,001	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,22	4,16	4,01	3,86	3,78	3,70	3,62	3,54	3,45	3,36
28	0,05	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19	2,15	2,12	2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,77	1,71	1,65
	0,025	5,61	4,22	3,63	3,29	3,06	2,90	2,78	2,69	2,61	2,55	2,45	2,34	2,34	2,23	2,17	2,11	2,05	1,98	1,91	1,83
	0,001	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,36	3,23	3,12	3,03	2,95	2,90	2,75	2,60	2,52	2,44	2,35	2,26	2,17	2,06
29	0,05	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,14	2,10	2,03	1,94	1,90	1,85	1,81	1,75	1,70	1,64
	0,025	5,59	4,20	3,61	3,27	3,04	2,88	2,76	2,67	2,59	2,53	2,43	2,32	2,32	2,21	2,15	2,09	2,03	1,96	1,89	1,81
	0,001	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,09	3,00	2,92	2,87	2,73	2,57	2,49	2,41	2,33	2,23	2,14	2,03