

**1ª Prova - SME0816 Planejamento de Experimentos I****Profª Cibele Russo - Data: 22/04/2024****Nome:** \_\_\_\_\_**Nº USP:** \_\_\_\_\_*Seja o mais claro(a) possível. Justifique desenvolvimento e raciocínio.**Use duas casas decimais para os cálculos.*

Questão	Total	Nota
1	4,0	
2	4,0	
3	2,0	
Total	10,0	

**Questão 1.** Um experimento foi conduzido para investigar o efeito de dois treinamentos diferentes no rendimento de funcionários para a realização de uma determinada tarefa. Vinte novos funcionários de uma empresa foram distribuídos aleatoriamente para receber um dos treinamentos e o rendimento foi registrado. Quanto maior o rendimento, melhor. Os dados estão resumidos na tabela a seguir:

	Rendimento treinamento A	Rendimento treinamento B
	5	3
	3	3
	3	4
	4	5
	4	6
	2	4
	2	5
	3	6
	4	9
	3	9
Média	3,3	5,4
DP	0,9	2,2

Considere os códigos e execuções em R:

```
> A <-c(5,3,3,4,4,2,2,3,4,3); B <-c(3,3,4,5,6,4,5,6,9,9)
> summary(A)
# Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
# 2.0 3.0 3.0 3.3 4.0 5.0
> summary(B)
# Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
# 3.0 4.0 5.0 5.4 6.0 9.0
> shapiro.test(A)
# W = 0.91085, p-value = 0.2869
> shapiro.test(B)
# W = 0.87483, p-value = 0.1138
> bartlett.test(A,B)
# Bartlett's K-squared = 0.8355, df = 4, p-value = 0.9336
> t.test(A, B)
# t = -2.8035, df = 12.318, p-value = 0.0156
# alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
# 95 percent confidence interval:
#-3.7274358 -0.4725642
```

**(a)** Faça uma avaliação gráfica inicial da diferença média dos grupos.

**(b)** Escreva um modelo de médias com as suposições usuais. Formule as hipóteses nula e alternativa para avaliar se há diferença nos rendimentos médios dos grupos.

**(c)** Avalie as suposições de normalidade e heteroscedasticidade, ao nível de significância de 5%.

**(d)** Desenvolva o teste para a igualdade de médias, justificando a sua escolha. Determine o valor p associado. Forneça uma interpretação para a aplicação.

**Questão 2.** Um experimento agrônômico foi conduzido para investigar o efeito de 4 tipos de fertilizantes no crescimento de plantas de milho. Para isso, um terreno foi dividido em 16 partes e os tipos de fertilizante foram distribuídos aleatoriamente nas 16 partes, com mesmo número de parcelas para cada tipo de fertilizante. O crescimento das plantas foi medido em termos de altura (em centímetros) após um determinado período de tempo.

(a) A que tipo de delineamento se refere o problema?

(b) Escreva matematicamente o modelo de efeitos de tratamentos. Identifique cada elemento de modelagem (variáveis aleatórias, parâmetros, etc.). Explique a necessidade de restrições nos parâmetros. Nesse modelo, apresente algebricamente o valor ajustado das observações em cada tipo de fertilizante.

(c) Considere agora o modelo de médias com a Tabela ANOVA a seguir, supondo que os pressupostos foram satisfeitos. Complete-a. Descreva as hipóteses da ANOVA e avalie-as com nível de significância de 5%, fornecendo uma interpretação para a aplicação prática.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado Médio	F
Fertilizante		142		
Erro				
Total		266		

(d) Explique brevemente como usar o teste de Tukey caso o teste rejeite  $H_0$ .

**Questão 3.** Considere o modelo de médias

$$Y_{ij} = \mu_i + \epsilon_{ij}, \text{ com}$$

$$i = 1, \dots, a; j = 1, \dots, n, \text{ e}$$

$$E(\epsilon_{ij}) = 0, \text{ Var}(\epsilon_{ij}) = \sigma^2.$$

e o interesse em avaliar as hipóteses

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a \text{ contra}$$

$$H_1 : \text{ pelo menos uma das médias diferente das demais}$$

(a) Descreva as suposições adicionais do modelo para o uso da ANOVA para testar as hipóteses acima.

(b) Mostre que o quadrado médio do resíduo,

$$QMRes = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \hat{Y}_{ij})^2}{na - a} = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2}{na - a}$$

é não-viesado para estimar  $\sigma^2$ .

Sugestão: Comece mostrando que

$$E \left( \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2 \right) = (n-1)\sigma^2.$$