



Programa de Pós-Graduação em Estatística Aplicada e Biometria

## MÉTODOS ESTATÍSTICOS APLICADOS

### LISTA DE EXERCÍCIOS 4 — Prática

1) Os resultados seguintes foram obtidos de um experimento em que foram avaliados três tipos de vinho (A, B, C) servidos em duas condições de temperatura (1- gelado, 2- ambiente). Foram utilizados quatro provadores que atribuíram as seguintes notas numa escala de 1 a 10 (média de três determinações):

Provadores	Tratamentos					
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
1	8,2	4,5	4,2	5,6	9,3	9,6
2	7,8	3,5	4,4	4,9	8,7	8,9
3	6,0	3,8	5,3	5,4	6,5	7,3
4	8,0	4,7	6,8	6,8	7,9	9,3

Faça a os itens a seguir com o auxílio do R e use  $\alpha=0,05$  para todos os testes:

- Escreva o modelo estatístico relacionado com as observações deste experimento;
- Construa um gráfico exploratório para avaliar a existência de interação entre os fatores;
- Faça a análise de variância do experimento acima aplicando o teste F e discuta os resultados;
- Faça a análise de variância estudando o efeito de temperatura em cada tipo de vinho. Aplique o teste de Tukey, quando necessário;
- Faça a análise de variância estudando o efeito do tipo de vinho em cada temperatura. Aplique o teste de Tukey, quando necessário.

2) Um experimento foi conduzido sob um Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) para estudar o a diferença entre pessoas e entre marcas de sorvete de morango. Três pessoas, cada uma representando uma classe social, foram convidadas para participar do estudo no qual foram provadas, em 4 blocos (cada bloco foi um dia do estudo), 2 marcas de sorvete.

Pessoa	Marca	Bloco			
		1	2	3	4
1	A	9,0	9,5	9,8	9,9
1	B	8,0	8,6	8,2	8,4
2	A	7,5	7,8	7,3	7,6
2	B	6,6	6,4	6,8	6,0
3	A	5,8	5,6	5,6	5,7
3	B	6,6	6,4	6,8	6,0

Faça a os itens a seguir com o auxílio do R e use  $\alpha=0,05$  para todos os testes:

- Construa um gráfico exploratório para avaliar a existência de interação entre os fatores;
- Faça a análise de variância do experimento acima aplicando o teste F e discuta os resultados;
- Faça a análise de variância estudando o efeito de pessoa em cada marca do sorvete. Aplique o teste de Tukey, quando necessário;
- Faça a análise de variância estudando o efeito da marca de sorvete em cada pessoa. Aplique o teste de Tukey, quando necessário.



**Programa de Pós-Graduação em Estatística Aplicada e Biometria**

**3)** Num experimento sobre o amadurecimento de frutos de manga foi avaliado o teor de açúcares solúveis em mg/g PF. Foram comparadas três cultivares (**A, B, C**) em cinco tempos após a colheita ( **0 dias, 2 dias, 4 dias, 6 dias, 8 dias**). O experimento foi conduzido em laboratório e o delineamento foi inteiramente ao acaso.

Cultivares	Tempos (dias)	Repetições		
		1	2	3
<b>A</b>	<b>0</b>	14,0	13,5	14,2
	<b>2</b>	16,0	15,0	14,5
	<b>4</b>	16,5	17,3	18,1
	<b>6</b>	18,5	20,0	19,0
	<b>8</b>	18,0	18,5	19,0
<b>B</b>	<b>0</b>	18,5	17,3	18,1
	<b>2</b>	16,8	18,3	19,1
	<b>4</b>	19,0	18,0	19,5
	<b>6</b>	18,2	18,6	18,4
	<b>8</b>	17,8	18,5	19,5
<b>C</b>	<b>0</b>	14,0	15,8	15,2
	<b>2</b>	13,5	14,3	15,7
	<b>4</b>	14,5	15,4	15,6
	<b>6</b>	15,0	13,8	14,2
	<b>8</b>	16,4	14,2	17,8

Utilize o R para fazer as análises e use  $\alpha=0,05$  para todos os testes.

- i.** Construa um gráfico exploratório para avaliar a existência de interação entre os fatores. Os gráficos sugerem a existência de interação? Discuta;
- ii.** Faça a análise de variância do experimento e discuta os resultados;
- iii.** Faça a análise de variância estudando o efeito do cultivar em cada tempo. Aplique o teste de Tukey, quando necessário;
- iv.** Faça a análise de variância estudando o efeito do tempo em cada cultivar. Aplique o teste de Tukey, quando necessário;



### Programa de Pós-Graduação em Estatística Aplicada e Biometria

- v. Faça a análise de variância considerando regressão para o tempo. Discuta os resultados. (**DICA:** utilize o comando *fat2.dic* e o argumento *quali = c(TRUE, FALSE)*. Apresente os resultados até o modelo quadrático);
- vi. **OBS.:** Ao fazer o item v por meio do comando *fat2.dic* e considerando o argumento *quali = c(TRUE, FALSE)*, não serão exibidas as estimativas dos parâmetros para o tempo nas cultivares B e C. Isso ocorre porque a função foi programada para proceder ao ajuste de modelos polinomiais quando os resultados da ANAVA apresentarem efeito significativo para o respectivo fator dentro do que foi desdobrado. Suponha que houvesse o interesse em ajustar os modelos de regressão de 1º e 2º graus para o efeito do tempo em relação ao teor de açúcares solúveis em cada cultivar. Apresente o ajuste desses modelos, discuta os resultados e plote os respectivos gráficos.

#### Rotina em R para fazer o item vi.

```
### estudo de regressão para cada cultivar
# necessario ter carregado o objeto dados, que
# armazena o conjunto de dados do exercício
## Cultivar A
dadosA=subset(dados, CULTIVAR=="A")
dadosA
attach(dadosA)
### grafico dos modelos ajustados
m.yA = tapply(TEOR,TEMPO,mean); m.yA
m.x = tapply(TEMPO,TEMPO,mean); m.x

plot(m.x, m.yA, type="p", pch=16,
      xlab = "Tempo (dias)",cex.lab=1.5,
      ylab = "Teor de açúcares solúveis (mg/g)",
      xlim=c(0,10))

#modelo 1º grau
reg1A=lm(m.yA~m.x)
summary(reg1A)
curve(coef(reg1A)[1] + coef(reg1A)[2]*x,
      add=TRUE, col=2, lwd=2)
#modelo 2º grau
reg2A=lm(m.yA~m.x + I(m.x^2))
summary(reg2A)
curve(coef(reg2A)[1] + coef(reg2A)[2]*x + coef(reg2A)[3]*x^2,
      add=TRUE, col=3, lwd=2)

legend("topleft", legend=c("1º grau", "2º grau"),
      lty=c(1,1), lwd=c(2,2), col=c(2,3))

## ponto crítico (máximo ou mínimo)
f <- function(x) coef(reg2A)[1] + coef(reg2A)[2]*x + coef(reg2A)[3]*x^2
ot <- optimize(f, c(0, 20), tol = 0.001, maximum=TRUE)
ot

detach(dadosA)

## Cultivar B
dadosB=subset(dados, CULTIVAR=="B")
dadosB
```

Programa de Pós-Graduação em Estatística Aplicada e Biometria

```
attach(dadosB)
### grafico dos modelos ajustados
m.yB = tapply(TEOR,TEMPO,mean); m.yB
m.x = tapply(TEMPO,TEMPO,mean); m.x

plot(m.x, m.yB, type="p", pch=16,
      xlab = "Tempo (dias)",cex.lab=1.5,
      ylab = "Teor de açúcares solúveis (mg/g)")

#modelo 1º grau
reg1B=lm(m.yB~m.x)
summary(reg1B)
curve(coef(reg1B)[1] + coef(reg1B)[2]*x,
      add=TRUE, col=2, lwd=2)
#modelo 2º grau
reg2B=lm(m.yB~m.x + I(m.x^2))
summary(reg2B)
curve(coef(reg2B)[1] + coef(reg2B)[2]*x + coef(reg2B)[3]*x^2,
      add=TRUE, col=3, lwd=2)

legend("topleft", legend=c("1º grau", "2º grau"),
      lty=c(1,1), lwd=c(2,2), col=c(2,3))

## ponto crítico (máximo ou mínimo)
f <- function(x) coef(reg2B)[1] + coef(reg2B)[2]*x + coef(reg2B)[3]*x^2
ot <- optimize(f, c(0, 20), tol = 0.001, maximum=TRUE)
ot

detach(dadosB)

## CULTIVAR C
dadosC=subset(dados, CULTIVAR=="C")
dadosC
attach(dadosC)
### grafico dos modelos ajustados
m.yC = tapply(TEOR,TEMPO,mean); m.yC
m.x = tapply(TEMPO,TEMPO,mean); m.x

plot(m.x, m.yC, type="p", pch=16,
      xlab = "Tempo (dias)",cex.lab=1.5,
      ylab = "Teor de açúcares solúveis (mg/g)")

#modelo 1º grau
reg1C=lm(m.yC~m.x)
summary(reg1C)
curve(coef(reg1C)[1] + coef(reg1C)[2]*x,
      add=TRUE, col=2, lwd=2)
#modelo 2º grau
reg2C=lm(m.yC~m.x + I(m.x^2))
summary(reg2C)
curve(coef(reg2C)[1] + coef(reg2C)[2]*x + coef(reg2C)[3]*x^2,
      add=TRUE, col=3, lwd=2)

legend("topleft", legend=c("1º grau", "2º grau"),
```



**Programa de Pós-Graduação em Estatística Aplicada e Biometria**

```
lty=c(1,1), lwd=c(2,2), col=c(2,3))

## ponto crítico (máximo ou mínimo)
f <- function(x) coef(reg2C)[1] + coef(reg2C)[2]*x + coef(reg2C)[3]*x^2
ot <- optimize(f, c(0, 8), tol = 0.001, maximum=TRUE)
ot

detach(dadosC)
```

4) Uma empresa de catálogos de compras por correios desenvolveu um experimento fatorial para testar o efeito do tamanho de um anúncio de revista e do design do anúncio sobre o número de solicitações de catálogos recebidas (dados em milhares). Três designs de anúncios e dois tamanhos diferentes foram considerados. Os dados obtidos são mostrados abaixo.

		<b>Tamanho do anúncio</b>	
		Pequeno	Grande
<b>Design</b>	A	8	12
		12	8
	B	22	26
		14	30
	C	10	18
		18	14

Faça a os itens a seguir com o auxílio do R e use  $\alpha=0,05$  para todos os testes:

- i. Construa um gráfico exploratório para avaliar a existência de interação entre os fatores;
- ii. Faça a análise de variância do experimento acima aplicando o teste F e discuta os resultados;
- iii. É necessário realizar o teste de comparações múltiplas de médias para avaliar o tipo de design? Se sim, faça-o por meio do teste de Tukey.
- iv. É necessário realizar o teste de comparações múltiplas de médias para avaliar o tamanho do anúncio? Se sim, faça-o por meio do teste de Tukey.
- v. Faça as devidas conclusões com relação ao efeito de interação e proceda aos devidos desdobramentos se necessários.