



8ª Aula Prática – LCE 602 – ESTATÍSTICA EXPERIMENTAL – 2015 EXPERIMENTOS FATORIAIS

Os dados da Tabela 1 foram obtidos em um experimento fatorial 2x2 segundo o delineamento inteiramente casualizado com três repetições, para analisar o efeito da calagem e da irrigação sobre o peso de plantas.

Tabela 1: Peso de plantas cultivadas segundo o tratamento

I ₀ C ₀	I ₀ C ₁	I ₁ C ₀	I ₁ C ₁
25	35	41	60
32	28	35	67
27	33	38	59

Fonte: Vieira, Sônia (2006)

AULA NO R

```
rm(list=ls(all=TRUE))
# Entrada dos dados
(dados=read.csv2("fat1.csv"))
summary(dados)
dados$Trat=as.factor(dados$Trat)
dados$I=as.factor(dados$I)
dados$C=as.factor(dados$C)
summary(dados)
attach(dados)
# Tabela de médias
model.tables(aov(MS ~ C:I), "means")
# 1) Gráficos
library(lattice)
xyplot(MS ~ I:C, data=dados, type = "p",
xlab="Tratamento(Irrigação:Calagem)",
ylab="Matéria seca, em g")
xyplot(MS ~ I, data=dados, type = "a",
lwd=2, xlab="Irrigação",ylab="Matéria seca,
em g")
xyplot(MS ~ C, data=dados, type = "a",
lwd=2, xlab="Calagem",ylab="Matéria seca,
em g")
xyplot(MS ~ I, groups = C, type = "a",
lwd=2, xlab="Irrigação",ylab="Matéria seca,
em g",
data=dados, auto.key = list(space =
"right", points = FALSE, lines = TRUE))
xyplot(MS ~ C, groups = I, type = "a",
lwd=2,xlab="Calagem",ylab="Matéria seca, em
g",
data=dados,auto.key = list(space =
"right", points = FALSE, lines = TRUE))
# 2) Ajuste do modelo e verificação das
pressuposições
modelo=lm(MS ~ I + C + I:C)
res_stud = rstandard(modelo)
(sort(res_stud))

# a) Gráficos
```

```
boxplot(res_stud,ylab="Resíduo
Studentizado")
qqnorm(res_stud,xlab="Quantis teóricos",
ylab="Quantis amostrais",main="")
abline(0,1,col=2)
xyplot(res_stud ~ I, data=dados,
xlab="Irrigação",ylab="Resíduo
Studentizado")
xyplot(res_stud ~ C, data=dados,
xlab="Calagem",ylab="Resíduo Studentizado")
xyplot(res_stud ~ I:C, data=dados,
xlab="Tratamento(Irrigação:Calagem)",ylab="
Resíduo Studentizado")
xyplot(res_stud ~
fitted(modelo),xlab="Valores
preditos",ylab="Resíduo Studentizado")
# b) Testes
library(lmtest)
bptest(modelo)
shapiro.test(res_stud)
library(MASS)
boxcox(MS ~ I + C + I:C)
# 3) Análise de variância
anova(modelo)
# 4) Desdobramentos e 5) Teste de Tukey
library(ExpDes.pt)
fat2.dic(I, C, MS , quali=c(TRUE,TRUE),
mcomp="tukey",

fac.names=c("Irrigação","Calagem"), sigT =
0.05, sigF=0.05)
# Nota: Análise sem discriminar os fatores
e Comparações das médias
# de tratamentos duas a duas
trat=I:C
trat
modelo2=aov(MS ~ trat)
anova(modelo2)
dic(trat, MS)
```

AULA NO SAS

```
options nodate nonumber ps=65 ls=78;
```

```
data ms;
input Trat Irrig Calag prod;
datalines;
1 0 0 25
1 0 0 32
1 0 0 27
2 0 1 35
2 0 1 28
2 0 1 33
```

```
3 1 0 41
3 1 0 35
3 1 0 38
4 1 1 60
4 1 1 67
4 1 1 59
;
proc print;
title 'Dados para verificação';
```

```

run;
proc tabulate data=ms;
title 'Análise descritiva - Médias segundo
a
Irrigação e a Calagem';
class Irrig Calag;
var prod;
table Irrig,Calag*prod*mean;
run;
proc means noprint data=ms;
var prod;
by Irrig Calag;
output out=medias mean=media;
run;
proc plot data=medias;
title 'Gráfico de interação Calagem x
Irrigação';
plot media*Calag=Irrig/vpos=30;
run;
proc plot data=medias;
title 'Gráfico de interação Irrigação x
Calagem';
plot media*Irrig=Calag/vpos=30;
run;
proc glm data=ms;
title 'Análise de variância e resíduos';
class Irrig Calag;
model prod = Irrig Calag Irrig*Calag;
output out=residuos PREDICTED=pred
RESIDUAL=res_ord STUDENT=res_stud;
run;
proc print data=residuos;
title 'Exame dos resíduos';
run;
proc univariate data=residuos normal plot;
title 'Verificação da normalidade (teste
Shapiro-Wilk), análise gráfica';
var res_stud; qqplot;
run;
proc plot data=residuos;
title 'Análise gráfica dos resíduos';
plot res_stud*pred="*" /vpos=30;
run;

```

```

proc glm data=ms;
title 'Análise de variância sem discriminar
os
fatores e Teste de Tukey para médias de
tratamentos';
class trat;
model prod = trat /ss3;
means trat/Tukey;
run;
proc glm data=ms;
title 'Análise de variância discriminando
os fatores';
class Irrig Calag;
model prod = Irrig Calag Irrig*Calag/ss3;
run;
proc glm data=ms;
title 'Desdobramento Calagem dentro de cada
Irrigação';
class Irrig Calag;
model prod = Irrig Calag Irrig*Calag/ss3;
lsmeans Irrig*Calag/slice=Irrig
adjust=tukey
PDIF=all;
store sasuser.letras;run;
proc PLM restore=sasuser.letras;
lsmeans Irrig*Calag / lines adjust=tukey;
slice Irrig*Calag / sliceby=Irrig lines
adjust=tukey;
run;
proc glm data=ms;
title 'Desdobramento Irrigação dentro de
cada nível de Calagem';
class Irrig Calag;
model prod = Irrig Calag Irrig*Calag/ss3;
lsmeans Irrig*Calag/slice=Calag
adjust=tukey
PDIF=all;
store sasuser.letras;run;
proc PLM restore=sasuser.letras;
lsmeans Irrig*Calag / lines adjust=tukey;
slice Irrig*Calag / sliceby=Calag lines
adjust=tukey;
run;

```

Exercício para entregar

Um experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o tempo de cozimento de feijões, em minutos, em função de seis tratamentos constituídos pelas combinações dos fatores: cultivar (A, B e C) e espessura de embalagem de polietileno (30 μ m e 40 μ m). Os feijões foram colhidos e armazenados nas embalagens por um período de seis meses, após o qual foram avaliados os respectivos tempos de cozimento, apresentados na Tabela 4.

Tabela 2. Tempo de cozimento de feijões, em min, segundo o cultivar e a espessura da embalagem, em μ m, utilizada para o armazenamento dos mesmos

Cultivar	Espessura (μ m)	Tempo de cozimento (min)			
		1	2	3	4
A	30	57	53	47	55
	40	52	50	41	45
B	30	66	61	63	66
	40	70	68	58	68
C	30	57	61	55	59
	40	50	50	45	47

Considerando-se que o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso e o nível de significância 5%:

- 1) Construa e interprete os gráficos (R e SAS) do tempo médio de cozimento em função:
 - a) Do cultivar;
 - b) Da espessura da embalagem;
 - c) Do cultivar segundo a espessura da embalagem;
 - d) Da espessura da embalagem segundo o cultivar.
- 2) Ajuste o modelo e verifique as pressuposições do mesmo (R e SAS);
- 3) Faça a análise de variância e interprete os resultados (à mão, R e SAS);
- 4) Se necessário, faça o desdobramento da interação cultivar \times espessura:
 - a) Mais o efeito do fator cultivar para estudar o efeito do fator cultivar dentro de cada nível do fator espessura;
 - b) Mais o efeito do fator espessura para estudar o efeito do fator espessura dentro de cada nível do fator cultivar.
- 5) Aplique o teste de Tukey e interprete os resultados obtidos (à mão, R e SAS).