

Teste 3 - Planejamento de experimentos

Esley Caminhas Ferreira

Questão 1

Os dados a seguir são de tempo (x1) e temperatura (x2) para avaliar a resposta (Y) ao experimento. Construa um modelo de 1 ordem (linear), a tabela Anova e a superfície equivalente.

```
library(rsm)

dados <- data.frame(
  x1 = c(-1, -1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0),
  x2 = c(-1, 1, -1, 1, 0, 0, 0, 0, 0),
  Y = c(76.5, 77.0, 78.0, 79.5, 79.9, 80.3, 80.0, 79.7, 79.8)
)

knitr::kable(dados)
```

x1	x2	Y
-1	-1	76.5
-1	1	77.0
1	-1	78.0
1	1	79.5
0	0	79.9
0	0	80.3
0	0	80.0
0	0	79.7
0	0	79.8

Tabela ANOVA

```
modelo <- rsm(Y ~ F0(x1,x2), data = dados)
summary(modelo)
```

Call:

```
rsm(formula = Y ~ F0(x1, x2), data = dados)
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	78.96667	0.45379	174.0156	2.43e-12 ***
x1	1.00000	0.68069	1.4691	0.1922
x2	0.50000	0.68069	0.7346	0.4903

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Multiple R-squared: 0.3102, Adjusted R-squared: 0.08023

F-statistic: 1.349 on 2 and 6 DF, p-value: 0.3283

Analysis of Variance Table

Response: Y

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
F0(x1, x2)	2	5.000	2.5000	1.3489	0.3282610
Residuals	6	11.120	1.8533		
Lack of fit	2	10.908	5.4540	102.9057	0.0003635
Pure error	4	0.212	0.0530		

Direction of steepest ascent (at radius 1):

x1	x2
0.8944272	0.4472136

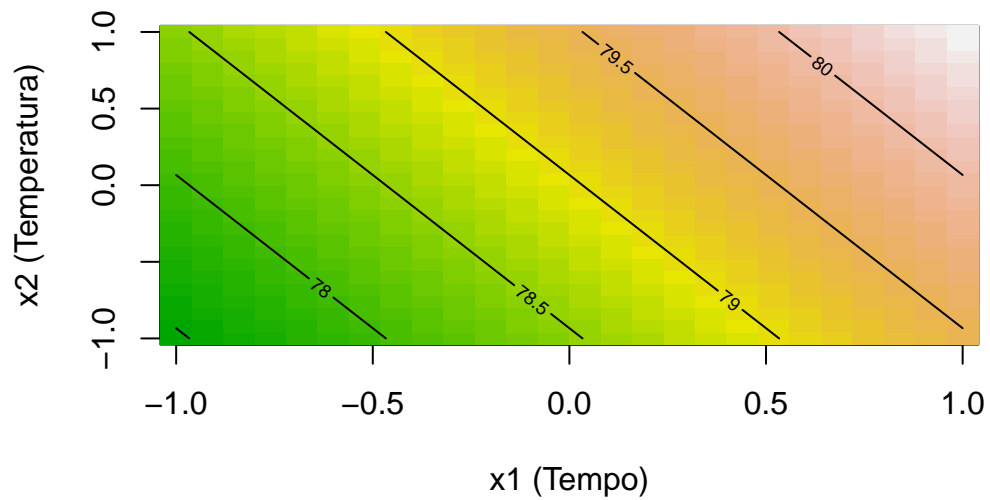
Corresponding increment in original units:

x1	x2
0.8944272	0.4472136

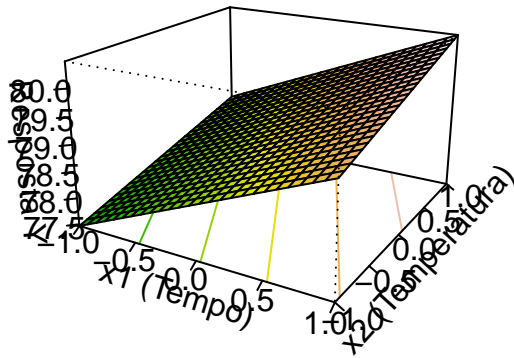
A tabela ANOVA indica que os fatores x1 e x2, não possuem um impacto significativo na resposta Y, porem o intercepto se mostrou estatisticamente relevante para o modelo.

Superfície de resposta

```
contour(modelo, ~x1 + x2,  
        image = TRUE,  
        xlab = c("x1 (Tempo)", "x2 (Temperatura)"))
```



```
persp(modelo, ~x1 + x2,  
       theta = 30, phi = 20,  
       expand = 0.6,  
       col = terrain.colors(50), contours = "colors",  
       zlab = "Resposta Y", xlab = c("x1 (Tempo)", "x2 (Temperatura)"))
```



Ao observar as superfícies de resposta podemos notar que ambos os fatores possuem uma relação positiva suave com a variável resposta Y.

Questão 2

Foi realizada uma pesquisa para testar dois tipos de ambiente (com luz e sem luz artificial no período da noite) e dois tipo de ração (com cálcio e sem cálcio) para avaliar a produção de ovos. Para tanto foram utilizadas 6 replicações cada de poedeiras similares, escolhidas aleatoriamente. Ao final da avaliação foram obtidos os seguintes resultados (ovos/poedeira):

```

racao <- rep(c("com_calcio", "sem_calcio"), each = 6)
ambiente <- rep(c("com_luz", "sem_luz"), each = 12)

ovos = c(60,62,58,64,62,60,
         42,44,46,43,44,45,
         49,52,50,48,46,45,
         40,40,38,39,41,43)

dados <- data.frame(racao, ambiente, ovos)

```

```
library(tidyr)
```

```
dados1 <- dados |> pivot_wider(names_from = ambiente, values_from = ovos)  
knitr::kable(dados1)
```

racao	com_luz	sem_luz
com_calcio	60, 62, 58, 64, 62, 60	49, 52, 50, 48, 46, 45
sem_calcio	42, 44, 46, 43, 44, 45	40, 40, 38, 39, 41, 43

Representação gráfica

```
library(ggplot2)
```

```
tratamentos <- paste0(racao,"_", ambiente)
```

```
ggplot(dados, aes(x=tratamentos, y=ovos, fill=tratamentos)) +  
  geom_boxplot() + theme(axis.text.x=element_blank(),  
                          axis.ticks.x=element_blank())
```

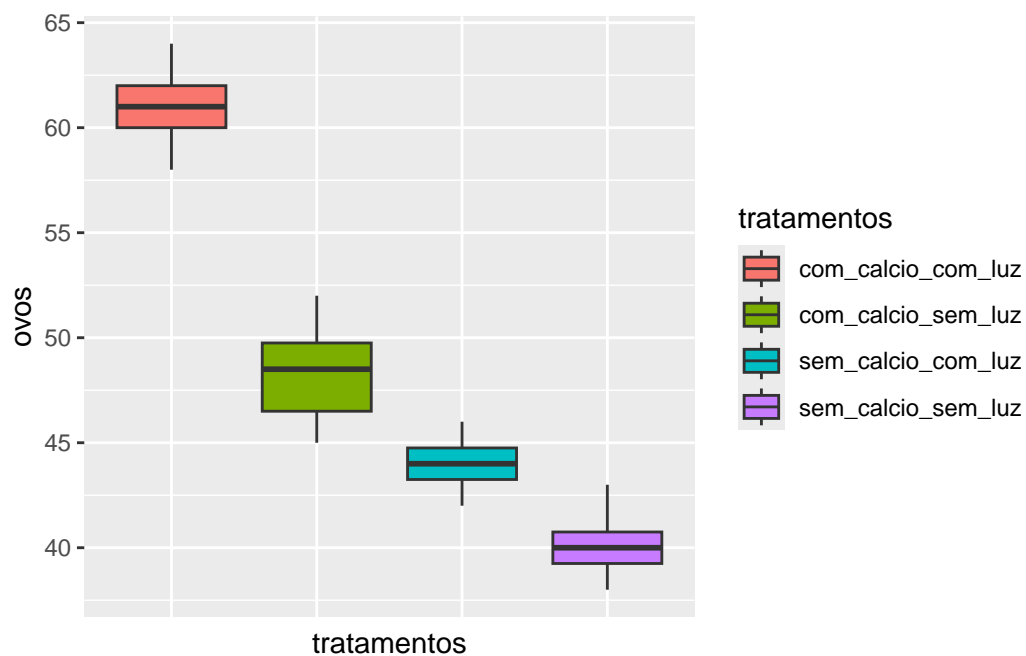


Tabela Anova

```
modelo <- lm(ovos ~ racao * ambiente, data = dados)

anova <- aov(modelo)

summary(anova)
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	value	Pr(>F)	
racao	1	950.0	950.0	237.0	1.49e-12	***	
ambiente	1	408.4	408.4	101.9	2.70e-09	***	
racao:ambiente	1	117.0	117.0	29.2	2.74e-05	***	
Residuals	20	80.2	4.0				

— — —

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

A tabela ANOVA indica que os fatores ração e ambiente, juntamente com sua interação, tem um impacto significativo na produção de ovos.

Modelo de regressão resultante

O modelo obtido foi o seguinte:

modelo

Call:

```
lm(formula = ovos ~ racao * ambiente, data = dados)
```

Coefficients:

(Intercept)	racaosem_calcio
61.000	-17.000
ambientesem_luz	racaosem_calcio:ambientesem_luz
-12.667	8.833

Os coeficientes negativos para as “dummies” sem_luz e sem_calcio, sugere que na presença de luz artificial e sendo alimentadas com ração rica em cálcio as poedeiras vão produzir uma quantidade maior de ovos.

Avaliação dos pressupostos do modelo

Hipótese de normalidade:

H_0 : os dados seguem uma distribuição

H_1 : os dados não seguem uma distribuição normal

```
shapiro.test(modelo$residuals)
```

Shapiro-Wilk normality test

data: modelo\$residuals

W = 0.9793, p-value = 0.8827

Como p-valor do teste de Shapiro foi de 0.8827, ou seja, maior que o nível de significância de 5% não rejeitamos a hipótese nula, portanto temos indícios para acreditar que os dados seguem uma distribuição normal.

Hipótese de homocedasticidade:

H_0 : A variância é constante (homocedasticidade)

H_1 : A variância não é constante (heterocedasticidade)

```
with(dados, bartlett.test(anova$residuals~raca))
```

Bartlett test of homogeneity of variances

data: anova\$residuals by raca

Bartlett's K-squared = 1.6452, df = 1, p-value = 0.1996

```
with(dados, bartlett.test(anova$residuals~ambiente))
```

Bartlett test of homogeneity of variances

data: anova\$residuals by ambiente

Bartlett's K-squared = 0.43684, df = 1, p-value = 0.5087

Para os fatores ração e ambiente, os p-valores (0.1996 e 0.5087, respectivamente) são superiores a 0.05, indicando que não há evidências para rejeitar a hipótese nula de homogeneidade de variâncias.

Independências das amostras:

H_0 : Não há autocorrelação positiva nos resíduos

H_1 : Existe autocorrelação positiva nos resíduos

```
lmtest::dwtest(anova)
```

Durbin-Watson test

data: anova

DW = 1.6109, p-value = 0.04766

alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0

O p-valor ser igual a 0.04766 indica que há evidências estatísticas suficientes para rejeitar a hipótese nula de ausência de autocorrelação nos resíduos.

Teste de comparações

```
library(ExpDes.pt)

with(dados, fat2.dic(racao, ambiente, ovos,
                    mcomp="tukey",
                    fac.names = c("racao", "ambiente")))
```

Legenda:

FATOR 1: racao

FATOR 2: ambiente

Quadro da análise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
racao	1	950.04	5	237.02	0.0000e+00
ambiente	1	408.38	4	101.88	2.7000e-09
racao*ambiente	1	117.04	2	29.20	2.7372e-05
Residuo	20	80.17	3		
Total	23	1555.63	1		

CV = 4.14 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-Wilk)

valor-p: 0.8826623

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais

Interacao significativa: desdobrando a interacao

Desdobrando racao dentro de cada nivel de ambiente

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
ambiente	1	408.37500	408.37500	101.8815	0
racao:ambiente com_luz	1	867.00000	867.00000	216.2994	0
racao:ambiente sem_luz	1	200.08333	200.08333	49.9168	0
Residuo	20	80.16667	4.00833		
Total	23	1555.62500	67.63587		

racao dentro do nivel com_luz de ambiente

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

a	com_calcio	61
b	sem_calcio	44

racao dentro do nivel sem_luz de ambiente

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

a	com_calcio	48.33333
b	sem_calcio	40.16667

Desdobrando ambiente dentro de cada nivel de racao

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
racao	1	950.04167	950.04167	237.0166	0
ambiente:racao com_calcio	1	481.33333	481.33333	120.0832	0
ambiente:racao sem_calcio	1	44.08333	44.08333	10.9979	0.0034
Residuo	20	80.16667	4.00833		
Total	23	1555.62500	67.63587		

ambiente dentro do nivel com_calcio de racao

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

a	com_luz	61
b	sem_luz	48.33333

ambiente dentro do nivel sem_calcio de racao

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

a	com_luz	44
b	sem_luz	40.16667

O teste de comparação entre os tratamentos sugere o que já era possível de ser visto na análise gráfica, que nenhum dos fatores podem ser ditos estatisticamente iguais.