Lista 5

Planejamento e Anláise de Experimentos I

Márcio Roger Piagio
RA: 67384

Sumário

Questão 2
- Item A 2
- Item B 3
- Item C 5
- Item D 6
- Item E 7

Maringá-Pr
Março
2021

Questão

Um artigo na Environment International (Vol. 18, No. 4, 1992) descreve um experimento em que a quantidade de rádon liberada nos chuveiros foi investigada. Água enriquecida com rádon foi usada no experimento e seis diâmetros diferentes de orifícios foram testados em chuveiros. Os dados da experiênciasão mostrados na tabela a seguir:

Diâmetro	Porcentagem de rádon liberada			
0,37	80	83	83	85
0,51	75	75	79	79
0,71	74	73	76	77
1,01	67	72	74	74
1,40	62	62	67	69
1,99	60	61	64	66

Item A

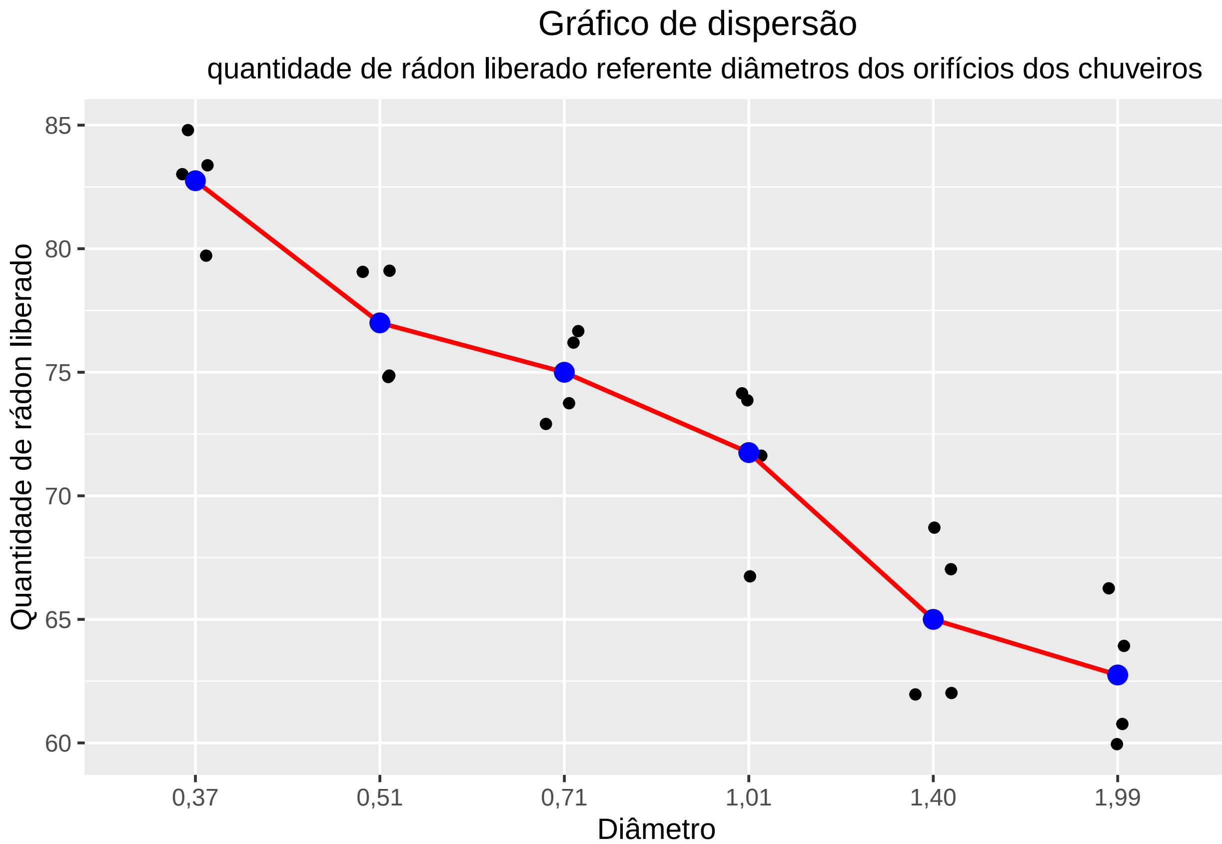
Construa uma exibição gráfica para estes dados. Comente o gráfico. E visível alguma diferença (que pode ser significativa) das porcentagens de acordo com o diâmetro?

```
## Dados do exercício
RadonLiberado <-
    c(80,83,83,85,
      75,75,79,79,
      74,73,76,77,
      67,72,74,74,
      62,62,67,69,
      60,61,64,66)

Diametro <-
  c(rep("0,37",4),rep("0,51",4),rep("0,71",4),
    rep("1,01",4),rep("1,40",4),rep("1,99",4))

dados <-
  data.frame('Radon Liberado' = RadonLiberado, 'Diametro' = as.factor(Diametro))


## Gráfico de dispersão
ggplot(dados, aes(x=Diametro, y=RadonLiberado))+
  geom_jitter(shape=19, position=position_jitter(0.1))+
  labs(x = "Diâmetro", y = "Quantidade de rádon liberado")+
  ggtitle("Gráfico de dispersão",
  subtitle="                quantidade de rádon liberado referente diâmetros dos orifícios dos chuveiros
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.55))+
  stat_summary(fun.y=mean, geom="line",aes(y =RadonLiberado,group=1),
               colour="red",lwd=0.8)+
  stat_summary(fun.y=mean, geom="point",colour="blue",size=3)
```



Resposta:

Observando o gráfico acima segue um padrão de diferencia de médias com destaque no decaimento das mádias conforme aumenta os diâmetros.

Item B

O tamanho do orifício afeta a porcentagem média de rádon liberado? Use $\alpha = 0,05$. Faça um teste de ANOVA para a resposta.

$$\begin{cases} H_0: \text{O tamanho do orifício não afeta a porcentagem média de rádon liberado.} \\ \\ H_1: \text{O tamanho do orifício afeta a porcentagem média de rádon liberado.} \end{cases}$$

OU

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 \\ \\ H_1: \mu_i \neq \mu_j \quad \text{para pelo menos um par} \quad (i,j), i \neq j \end{cases}$$

```r
##  Análise de Variância de um único fator
a = 6  # número de tratamentos
N = 24 # total de observações
n = 4  # dados balanceados

## Soma de Quadrados Total:
SQT = sum(RadonLiberado^2) - sum(RadonLiberado)^2/N

## Soma de Quadrados dos Tratamentos:
yi. = tapply(RadonLiberado,Diametro,sum)
SQTrat = sum(yi.^2)/n - sum(RadonLiberado)^2/N

## Soma de Quadrados dos Erros:
SQE = SQT - SQTrat

## Quadrado Médio dos Tratamentos:
QMTrat = SQTrat/(a-1)

## Quadrado Médio dos Erros:
QME = SQE/(N-a)

## Estatística de teste:
F0 = QMTrat /QME

## Ponto crítico:
alpha = 0.05
f = qf(alpha,a-1,N-a,lower.tail = FALSE)

## p-valor:
pvalor = pf(F0,a-1,N-a,lower.tail = FALSE)

## Tabela da ANOVA:
kable(data.frame(c('Diametro','Erros','Total'),c(a-1,N-a,N-1),c(SQTrat,SQE,SQT),
                 c(QMTrat,QME, "" ),c(F0,"",""),c(pvalor,"","")),caption="ANOVA",
    col.names = c("Fonte de variação","gl","Soma de Quadrados","Quadrado Médio",
                  "$F_0$", "P-valor"))
```

Tabela 1: ANOVA

Fonte de variação	gl	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F_0	P-valor
Diametro	5	1133.38	226.675	30.8517958412098	3.1595149626785e-08
Erros	18	132.25	7.34722222222222		
Total	23	1265.62			

Conclusão:

Rejeitamos a hipotese nula, com p-valor = 3.1595149626785e-08 menor que $\alpha = 0.05$ desejado. Já que há evidencias significativas que a média de alguma ou mais tamanho do orifício diferem das demais, ou seja o tamanho do orifício afeta a porcentagem média de rádon liberado.

Item C

Relize o teste de Duncan e de Tukey HSD ao nível $\alpha = 0,05$. Para cada método, apresente a tabela de grupos de médias (tabela de letras) ou os gráficos de grupos de médias que não se diferem significativamente. Há diferença nas conclusões entre os métodos para as comparações múltiplas? Comente.

```r
modelo <- aov(RadonLiberado ~ Diametro, data = dados)

## Método HDS de Tukey
testeHSD <- HSD.test(modelo,"Diametro",console=TRUE,group = TRUE)

## Método de Duncan
duncan_test <- duncan.test(modelo, "Diametro", main="", console = TRUE,
                           group = TRUE)
```

```r
kable(testeHSD$groups,caption="Grupos de médias 'Método HDS de Tukey'",
      col.names = c("Radon Liberado","Grupos"))
```

Tabela 2: Grupos de médias 'Método HDS de Tukey'

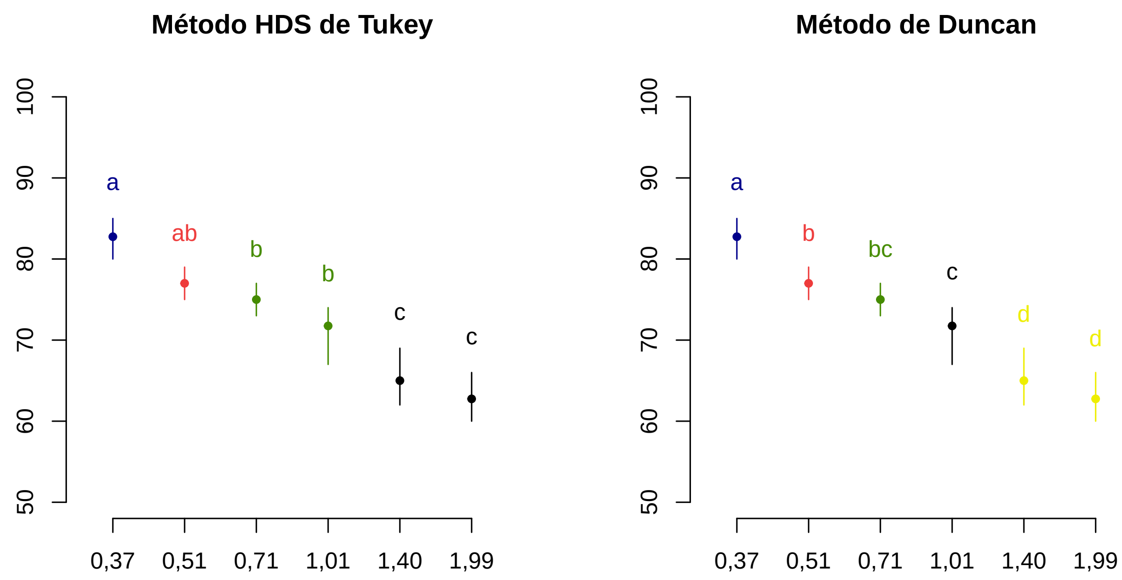
	Radon Liberado	Grupos
0,37	82.75	a
0,51	77.00	ab
0,71	75.00	b
1,01	71.75	b
1,40	65.00	c
1,99	62.75	c

```r
kable(duncan_test$groups,caption="Grupos de médias 'Método de Duncan'",
      col.names = c("Radon Liberado","Grupos"))
```

Tabela 3: Grupos de médias 'Método de Duncan'

	Radon Liberado	Grupos
0,37	82.75	a
0,51	77.00	b
0,71	75.00	bc
1,01	71.75	c
1,40	65.00	d
1,99	62.75	d

```r
par(mfrow=c(1,2))
plot(testeHSD,main="Método HDS de Tukey")
plot(duncan_test,main="Método de Duncan")
```



Conclusão:

Teste de Duncan detectou mais diferenças significativas do que o teste de Tukey incluindo o grupo (letra d). O teste Tukey aparenta ser mais rigoroso do que o teste de Duncan.

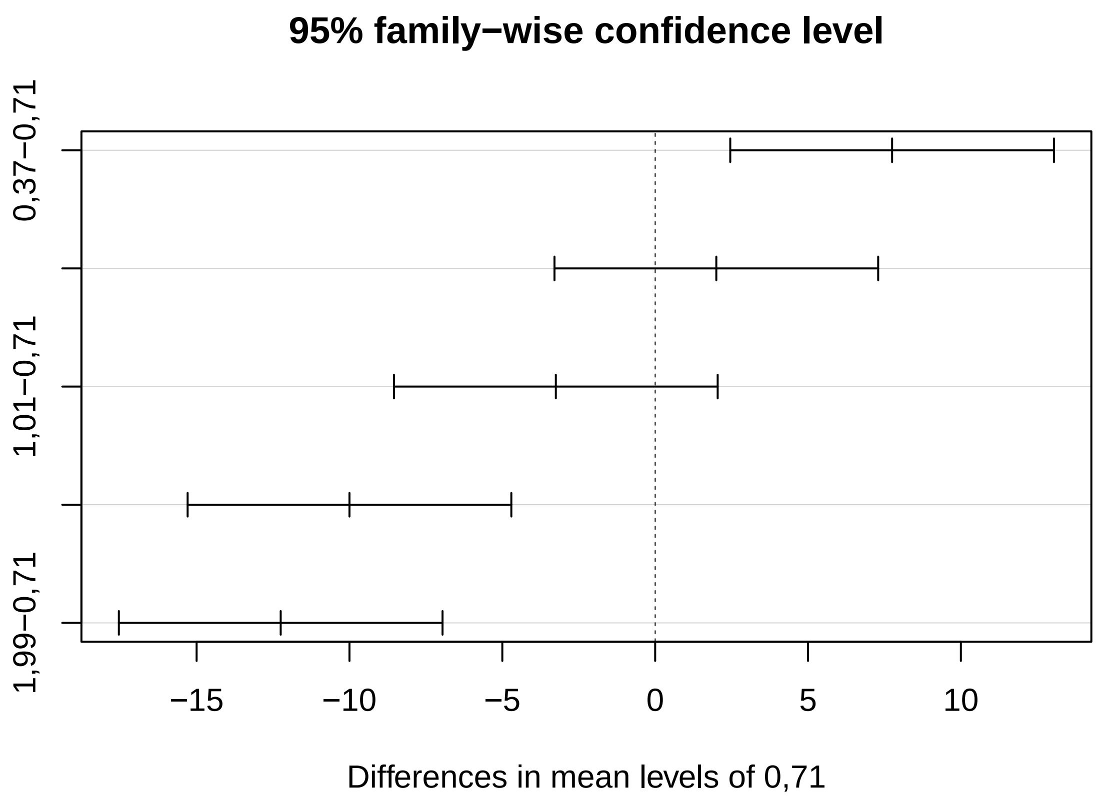
Item D

Suponhamos que o diãmetro 0,71 é considerado o controle, faça um teste de comparação múltiplas de Dunnet. Comente.

```
dunnet_test <- DunnettTest(RadonLiberado ~ Diametro,data=dados,control="0,71")
dunnet_test
```

```
##
##   Dunnett's test for comparing several treatments with a control :
##     95% family-wise confidence level
##
## $`0,71`
##             diff    lwr.ci  upr.ci    pval
## 0,37-0,71   7.75   2.4558 13.0442 0.00317 **
## 0,51-0,71   2.00  -3.2942  7.2942 0.74672
## 1,01-0,71  -3.25  -8.5442  2.0442 0.33796
## 1,40-0,71 -10.00 -15.2942 -4.7058 0.00058 ***
## 1,99-0,71 -12.25 -17.5442 -6.9558 2.4e-05 ***
##
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
plot(dunnet_test)
```



Conclusão:

Temos que os intervalos para as diferenças de médias dos Diametro entre (1,01 e 0,71) e (0,37 e 0,71) econtém o valor zero, o que mostra que apenas esse par de médias não diferenciam significativamente entre si.

Item E

Suponha que antes de realizar o experimento, você queira definir alguns contrastes para comparar. Proponha 5 contrastes ortogonais e utilize os dados acima para realizar o teste de hipótese deles considerando 5% de significância.

```
## Contrastes
library(gmodels)
```

```
## Warning: package 'gmodels' was built under R version 4.1.1

## Registered S3 method overwritten by 'gdata':
##   method         from
##   reorder.factor DescTools
```

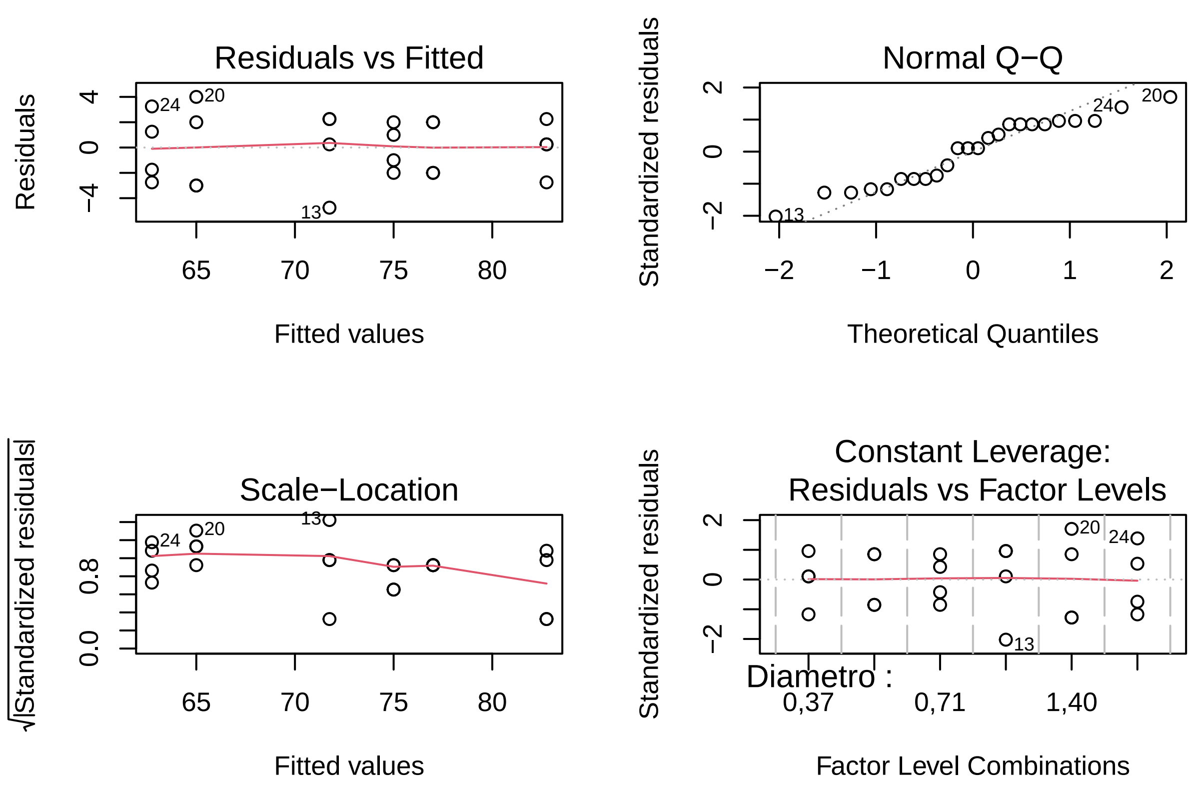
```
Constrastes <- rbind(c(1,-1, 0, 1, -1, 0),
                     c(1, 1,-1,-1, 0, 0),
                     c(0, 0, 1,-1,0,0),
                     c(0,-1,1,0,0,0),
                     c(1,1,-1,1,-1,-1))
```

```r
## Teste de hipôtese contraste
modelo.contraste <- aov(RadonLiberado ~ Diametro, data = dados,
contrast = list(Diametro = make.contrasts(Constrastes)))

summary(modelo.contraste, split = list(Diametro = 1:5))
```

```
##                  Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
## Diametro          5   1133     227   30.85 3.2e-08 ***
##   Diametro: C1    1     10      10    1.38 0.25573
##   Diametro: C2    1     17      17    2.30 0.14701
##   Diametro: C3    1    383     383   52.10 1.0e-06 ***
##   Diametro: C4    1    173     173   23.48 0.00013 ***
##   Diametro: C5    1    551     551   75.00 7.8e-08 ***
## Residuals        18    132       7
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```r
par(mfrow=c(2,2))
plot(modelo.contraste)
```



Pelo quadro da ANOVA, rejeitamos as hipóteses C1 e C4 formuladas cada uma com 5% de significância.