

Estatística experimental

Davi Vitti

2023-09-05

Contents

1	Introdução	5
2	Relembrando a Estatística geral	7
2.1	Medidas de posição	7
2.2	Medidas de dispersão	7
2.3	Exercícios	7
3	Planejamento e princípios básicos	9
3.1	Aplicação no R studio	9
3.2	Exercícios	9
4	Delineamento inteiramente casualizado	11
4.1	Aplicação no R studio	12
4.2	Exercícios	18
5	Comparação de médias	19
5.1	Teste de Tukey	20
5.2	Teste de Duncan	20
5.3	Teste de Dunnett	20
5.4	Teste de Scheffé	20
5.5	Contrastes ortogonais	20

6	Regressão polinomial	21
6.1	Anova	21
6.2	Aplicação no R studio	21
6.3	Exercícios	21
7	Delineamento em blocos casualizados	23
7.1	Anova	23
7.2	Aplicação no R studio	23
7.3	Exercícios	23
8	Delineamento quadrado latino	25
8.1	Anova	25
8.2	Aplicação no R studio	25
8.3	Exercícios	25
9	Experimento fatorial	27
9.1	Anova	27
9.2	Aplicação no R studio	27
9.3	Exercícios	27
10	Experimento em parcelas subdivididas e em faixas	29
10.1	Anova	29
10.2	Aplicação no R studio	29
10.3	Exercícios	29

Chapter 1

Introdução

Chapter 2

Relembrando a Estatística geral

2.1 Medidas de posição

2.2 Medidas de dispersão

Média

Variância

Desvio-padrão

Coefficiente de Variação

2.2.1 Aplicação no R studio

2.3 Exercícios

Chapter 3

Planejamento e princípios básicos

3.1 Aplicação no R studio

3.2 Exercícios

```
knitr::opts_chunk$set(comment = "", prompt = TRUE)
```


Chapter 4

Delineamento inteiramente casualizado

O delineamento inteiramente casualizado (DIC) é o mais simples dos delineamentos, pois considera apenas dois dos princípios básicos da experimentação: a repetição e a casualização. Neste, os tratamentos são aleatoriamente atribuídos ao material experimental, sem o esforço de se restringir os tratamentos a alguma porção de área, material ou espaço. Ainda como característica, como não há uso do controle local o número de repetições por tratamento pode variar. É geralmente utilizado quando a variação do material experimental é relativamente pequena, o que geralmente ocorre em laboratórios e casas de vegetação. Como vantagens de sua utilização temos que é um experimento de fácil planejamento e que permite o número máximo de graus de liberdade do Resíduo. Em termos de análise é a mais simples quando comparado aos demais delineamentos experimentais e não apresentará confundimento caso os tratamentos tenham números diferentes de repetições. Entretanto, como desvantagens temos que o delineamento inteiramente casualizado é adequado aos experimentos com baixo número de tratamentos e material experimental homogêneo, o que nem sempre se consegue. Quando um grande número de tratamentos é utilizado, há um crescimento no material experimental, que pode inflacionar a variação experimental. Nesses casos o Delineamento Inteiramente Casualizado não é indicado.

Obtendo um croqui para um DIC

Para obtermos um croqui para um experimento com I tratamentos em um DIC, sendo o i ésimo tratamento repetido n_i vezes e o número total de parcelas $n = \sum_{i=1}^I n_i$

Exemplo

Suponha que desejamos comparar a produtividade de três variedades de soja, com três, quatro e três repetições respectivamente. O plano de casualização

para o delineamento sistemático é dado por:

4.1 Aplicação no R studio

Planejamento e Croqui

```
> #' # Planejamento de um experimento
> set.seed(1234)
> sample(rep(c("A", "B", "C", "D"), 5))
```

```
[1] "D" "A" "D" "C" "A" "C" "B" "D" "B" "C" "B" "B" "C" "D" "A" "D" "A" "A" "B"
[20] "C"
```

```
> #' ## Usando a biblioteca agricolae
>
> # Instalando
> # install.packages("agricolae",
> #                   dependencies = TRUE)
> # Habilitando as funções
> library(agricolae)
> trt = LETTERS[1:4]
> delineamento <- design.crd(trt,
+                             r = 5,
+                             serie = 0)
> delineamento
```

```
$parameters
$parameters$design
[1] "crd"
```

```
$parameters$trt
[1] "A" "B" "C" "D"
```

```
$parameters$r
[1] 5 5 5 5
```

```
$parameters$serie
[1] 0
```

```
$parameters$seed
[1] 1407173775
```

```
$parameters$kinds
```

```
[1] "Super-Duper"
```

```
$parameters[[7]]
[1] TRUE
```

```
$book
      plots r trt
1         1 1  C
2         2 1  B
3         3 1  D
4         4 2  D
5         5 2  B
6         6 2  C
7         7 3  B
8         8 3  D
9         9 4  B
10        10 4  D
11        11 5  B
12        12 1  A
13        13 2  A
14        14 3  C
15        15 3  A
16        16 4  A
17        17 5  D
18        18 4  C
19        19 5  A
20        20 5  C
```

```
> # Graficamente
>
> # install.packages("agricolaeplotr",
> #                   dependencies = TRUE)
> library(agricolaeplotr)
```

The legacy packages `maptools`, `rgdal`, and `rgeos`, underpinning the `sp` package, which was just loaded, will retire in October 2023.

Please refer to R-spatial evolution reports for details, especially <https://r-spatial.org/r/2023/05/15/evolution4.html>.

It may be desirable to make the `sf` package available; package maintainers should consider adding `sf` to `Suggests`:

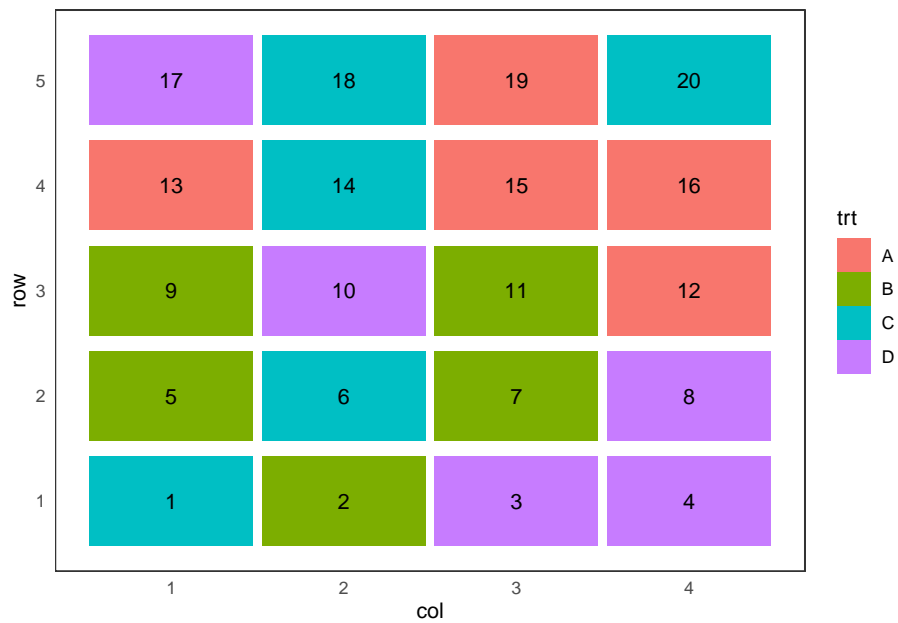
The `sp` package is now running under evolution status 2
(status 2 uses the `sf` package in place of `rgdal`)

Attaching package: 'agricolaeplotr'

The following object is masked from 'package:base':

summary

```
> plot_design_crd(delineamento,
+                 ncols = 4,
+                 nrows = 5)
```



```
> # Para montar um croqui precisamos de um gride, definido por linhas e colunas
> delineamento$book$Linha <- rep(1:5, each = 4)
> delineamento$book$Coluna <- rep(1:4, times = 5)
>
> delineamento$book
```

```
plots r trt Linha Coluna
1      1 1  C    1      1
2      2 1  B    1      2
3      3 1  D    1      3
4      4 2  D    1      4
5      5 2  B    2      1
6      6 2  C    2      2
7      7 3  B    2      3
```

8	8	3	D	2	4
9	9	4	B	3	1
10	10	4	D	3	2
11	11	5	B	3	3
12	12	1	A	3	4
13	13	2	A	4	1
14	14	3	C	4	2
15	15	3	A	4	3
16	16	4	A	4	4
17	17	5	D	5	1
18	18	4	C	5	2
19	19	5	A	5	3
20	20	5	C	5	4

Importando dados de excel .xlsx

```
> #Deve-se importar os arquivos .xlsx para o Rstudio
> library(readxl)
> dados1 <- read_xlsx("dados/aula2.2.xlsx")
>
> knitr::kable(dados1)
```

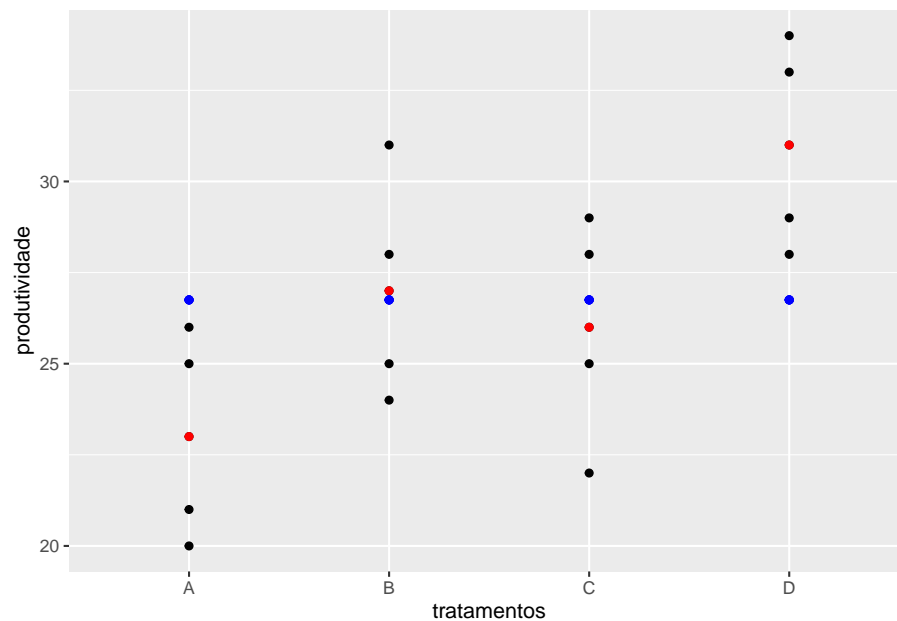
trat	y
A	25
A	26
A	20
A	23
A	21
B	31
B	25
B	28
B	27
B	24
C	22
C	26
C	28
C	25
C	29
D	33
D	29
D	31
D	34
D	28

Análise descritiva dos dados

```

> library(ggplot2)
> ggplot(dados1,
+       aes(x = trat,
+           y = y)) +
+   geom_point() +
+   geom_point(stat = "summary",
+             fun = mean,
+             col = "red") +
+   annotate("point",
+           x = dados1$trat,
+           y = 26.75,
+           colour = "blue") +
+   xlab("tratamentos") +
+   ylab("produtividade")

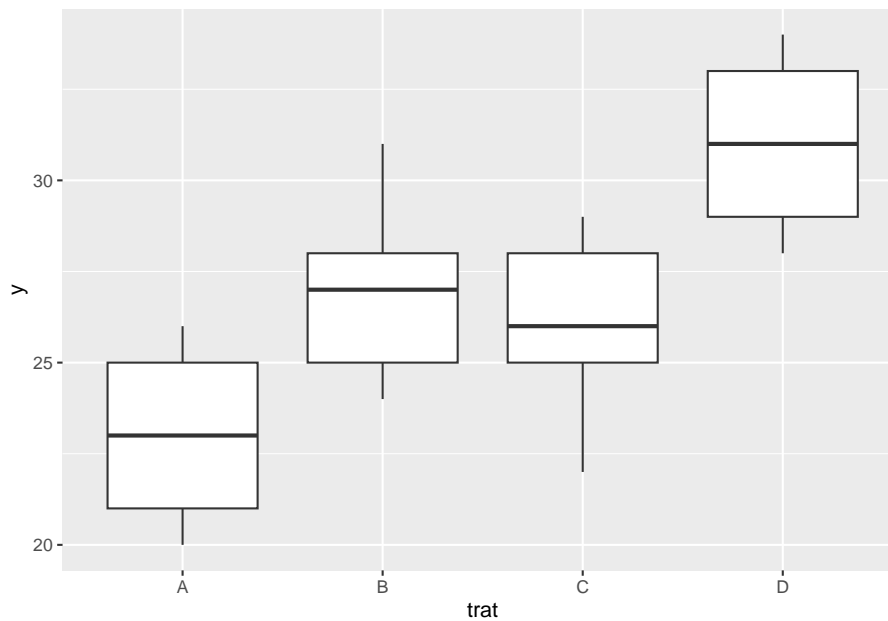
```



```

> ggplot(dados1,
+       aes(x = trat,
+           y = y)) +
+   geom_boxplot()

```

```
> #' ## Estatísticas descritivas
> n <- with(dados1, tapply(y, trat, length))
> soma <- with(dados1, tapply(y, trat, sum))
> media <- with(dados1, tapply(y, trat, mean))
> variancia <- with(dados1, tapply(y, trat, var))
> desv.padr <- with(dados1, tapply(y, trat, sd))
> dist.int <- with(dados1, tapply(y, trat, IQR))

> #' Criando uma função que calcula a amplitude
> f1 <- function(x) max(x)-min(x)
> amplitude <- with(dados1, tapply(y, trat, f1))
>
> resumo <- rbind(n, soma, media, variancia,
+               desv.padr, amplitude, dist.int)
> rownames(resumo) <- c("n", "Soma", "Média",
+                      "Variância", "Desvio-padrão",
+                      "Amplitude", "Amplitude Interquartílica")
> round(resumo, 3)
```

	A	B	C	D
n	5.00	5.000	5.000	5.00
Soma	115.00	135.000	130.000	155.00
Média	23.00	27.000	26.000	31.00
Variância	6.50	7.500	7.500	6.50

Desvio-padrão	2.55	2.739	2.739	2.55
Amplitude	6.00	7.000	7.000	6.00
Amplitude Interquartílica	4.00	3.000	3.000	4.00

Análise da variância (ANOVA)

```
> #' ## Análise de variância
> #'
> #' $H_0$:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$  *versus*
> #' $H_1$: Pelo menos duas médias de tratamentos diferem entre si.
> #'
> modelo <- aov(y ~ trat, dados1)
> anova(modelo)
```

Analysis of Variance Table

Response: y

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	163.75	54.583	7.7976	0.001976 **
Residuals	16	112.00	7.000		

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

4.2 Exercícios

Chapter 5

Comparação de médias

5.1 Teste de Tukey

5.1.1 Aplicação no R studio

5.1.2 Exercícios

5.2 Teste de Duncan

5.2.1 Aplicação no R studio

5.2.2 Exercícios

5.3 Teste de Dunnett

5.3.1 Aplicação no R studio

5.3.2 Exercícios

5.4 Teste de Scheffé

5.4.1 Aplicação no R studio

5.4.2 Exercícios

5.5 Contrastes ortogonais

5.5.1 Aplicação no R studio

5.5.2 Exercícios

Chapter 6

Regressão polinomial

6.1 Anova

6.2 Aplicação no R studio

6.3 Exercícios

Chapter 7

Delineamento em blocos casualizados

7.1 Anova

7.2 Aplicação no R studio

7.3 Exercícios

Chapter 8

Delineamento quadrado latino

8.1 Anova

8.2 Aplicação no R studio

8.3 Exercícios

Chapter 9

Experimento fatorial

9.1 Anova

9.2 Aplicação no R studio

9.3 Exercícios

Chapter 10

Experimento em parcelas subdivididas e em faixas

10.1 Anova

10.2 Aplicação no R studio

10.3 Exercícios