

Blocos incompletos Balanceados (**BIB**)

8 de maio de 2017

Introdução

Em algumas situações experimentais o número de tratamentos pode ser numeroso, inviabilizando a formação de blocos completos homogêneos. Outras vezes, devido a fadiga de pessoas, por exemplo, é de interesse utilizar um número pequeno de tratamentos por indivíduo. Nesses casos, uma possibilidade é utilizar blocos incompletos. Existem variações dessa metodologia: Blocos incompletos balanceados (ou equilibrados), reticulados quadrados (*square latices*) e blocos com alguns tratamentos em comum.

Nesse capítulo será estudado o Delineamento em Blocos Incompletos Balanceados, conhecido como **BIB**.

Um delineamento em **Blocos Incompletos Balanceados** (BIB) consiste em t tratamentos que aparecem no mesmo bloco com cada um dos outros tratamentos o mesmo número de vezes λ .

O balanceamento é importante para se ter a mesma precisão na estimação dos efeitos dos tratamentos. Assim, se há interesse em todas as comparações entre tratamentos, deve-se procurar manter o balanceamento.

Exemplo: Considere um experimento com $t = 6$ tratamentos, numerados de 1 a 6, em $b = 10$ blocos de $k = 3$ unidades experimentais da seguinte maneira:

1 2 5	2 3 4
1 2 6	2 3 5
1 3 4	2 4 6
1 3 6	3 5 6
1 4 5	4 5 6

Observe que um tratamento qualquer aparece 2 vezes no mesmo bloco com cada um dos outros tratamentos. (λ dever ser um número inteiro). Por exemplo, o par 2 e 6: 1 2 6; 2 4 6.

Nesse exemplo, tem-se $\lambda = 2$ e cada tratamento aparece em 5 blocos, ou seja, tem-se 5 repetições (r).

Basicamente, pode-se construir um BIB tomando-se $\binom{t}{k}$ blocos e alocando-se diferentes combinações de tratamentos em cada bloco.

Existem 3 condições necessárias para a existência de um bloco incompleto balanceado que são:

1. $tr = bk$,
2. $r(k - 1) = \lambda(t - 1)$,
3. $b \geq t$

Exemplo: Considere um experimento com quatro tratamentos (t) casualizados em quatro blocos (b) com três parcelas (k) cada.

$t = 4$, $b = 4$, $k = 3$ e $n = bk = 12$

$r = \frac{n}{t} = 3$ e $\lambda = \frac{r(k-1)}{t-1} = 2$

Existem algumas formas de delineamentos em Blocos Incompletos Balanceados que são:

1. Tipo I: os blocos podem ser agrupados em repetições;
2. Tipo II: os blocos podem ser agrupados em grupos de repetições;
3. Tipo III: os blocos não podem ser agrupados em repetições ou grupos de repetições.

O Tipo III é um dos mais comuns e existem ainda outros tipos possíveis.

Na Anova, seguem-se as análises de maneira tradicional, exceto pelo ajuste da soma de quadrados de tratamentos.

$$SQTrat_{ajustada} = \frac{k \sum_{i=1}^I Q_i^2}{\lambda I}$$

e Q_i é o total ajustado para o i -ésimo tratamento:

$$Q_i = y_i. - \frac{1}{k} \sum_{j=1}^J n_{ij} y_{.j}$$

$n_{ij} = 1$ se o tratamento i aparece no bloco j e $n_{ij} = 0$ caso contrário.

Como obter os Blocos incompletos balanceados no R

No R, o pacote 'crossdes' possui a função *find.bib*

```
require(crossdes)
```

Os argumentos dessa função são:

```
args(find.BIB)
```

```
## function (trt, b, k, iter = 30)
```

```
## NULL
```

```
find.BIB(trt, b, k, iter = 30)
```

trt An integer > 1 giving the number of treatments of the design.

b An integer > 1 giving the number of rows (subjects) of the design.

k An integer > 1 giving the number of columns (periods) of the design.

Exemplos:

um BIB

```
bib1<-find.BIB(13, 26, 3);bib1
```

```
##      [,1] [,2] [,3]
## [1,]    2    5   13
## [2,]    5    7   12
## [3,]    1    5    8
## [4,]    3    4    7
## [5,]    9   11   12
## [6,]    6    8   10
## [7,]    9   10   13
## [8,]    3    5   10
## [9,]    2    7    8
## [10,]   1    2   11
## [11,]   4    5   11
## [12,]   8   11   13
## [13,]   1    7    9
## [14,]   1    4    6
## [15,]   2    6   12
## [16,]   4    8    9
## [17,]   6    7   13
```

```
## [18,] 3 6 11
## [19,] 1 10 12
## [20,] 7 10 11
## [21,] 2 4 10
## [22,] 5 6 9
## [23,] 1 3 13
## [24,] 4 12 13
## [25,] 3 8 12
## [26,] 2 3 9
```

```
isGYD(bib1) # verifica se é BIB
```

```
##
## [1] The design is a balanced incomplete block design w.r.t. rows.
```

não é um BIB

```
bib2<-find.BIB(8, 56, 3);bib2
```

```
##      [,1] [,2] [,3]
## [1,] 1 3 5
## [2,] 2 4 7
## [3,] 3 7 8
## [4,] 2 3 4
## [5,] 3 5 7
## [6,] 2 6 8
## [7,] 2 5 7
## [8,] 3 4 8
## [9,] 3 5 6
## [10,] 1 2 4
## [11,] 1 7 8
## [12,] 2 3 4
## [13,] 5 6 8
## [14,] 2 4 7
## [15,] 1 4 5
## [16,] 2 3 7
## [17,] 3 7 8
## [18,] 2 6 8
## [19,] 1 2 8
## [20,] 1 3 4
## [21,] 2 5 7
## [22,] 4 6 8
## [23,] 5 6 7
## [24,] 1 3 6
## [25,] 2 3 5
## [26,] 1 6 7
## [27,] 1 2 8
## [28,] 4 5 8
## [29,] 1 3 6
## [30,] 4 6 8
## [31,] 1 6 7
## [32,] 1 4 5
## [33,] 1 2 8
## [34,] 3 6 7
## [35,] 4 5 8
```

```
## [36,] 1 3 4
## [37,] 2 5 6
## [38,] 5 7 8
## [39,] 4 6 7
## [40,] 1 2 6
## [41,] 2 4 7
## [42,] 1 3 6
## [43,] 3 5 8
## [44,] 1 4 7
## [45,] 2 5 6
## [46,] 2 3 8
## [47,] 4 6 7
## [48,] 1 5 7
## [49,] 2 3 6
## [50,] 1 7 8
## [51,] 4 5 6
## [52,] 3 7 8
## [53,] 1 2 5
## [54,] 3 4 5
## [55,] 1 5 8
## [56,] 4 6 8
```

```
isGYD(bib2)
```

```
##
## [1] The design is a balanced incomplete block design w.r.t. rows.
```

No pacote *agricolae*:

```
require(agricolae)
```

Com a função *design.bib()*

```
args(design.bib)
```

```
## function (trt, k, r = NULL, serie = 2, seed = 0, kinds = "Super-Duper",
##      maxRep = 20, randomization = TRUE)
## NULL
```

trt tratamentos

k tamanho do bloco

Exemplo

```
trt<-LETTERS[1:13];trt
```

```
## [1] "A" "B" "C" "D" "E" "F" "G" "H" "I" "J" "K" "L" "M"
```

```
bib<-design.bib(trt,k=3,kinds="def")
```

```
##
## Parameters BIB
## =====
## Lambda      : 1
## treatmeans  : 13
## Block size  : 3
## Blocks      : 26
```

```

## Replication: 6
##
## Efficiency factor 0.7222222
##
## <<< Book >>>
bib

## $parameters
## $parameters$design
## [1] "bib"
##
## $parameters$trt
## [1] "A" "B" "C" "D" "E" "F" "G" "H" "I" "J" "K" "L" "M"
##
## $parameters$k
## [1] 3
##
## $parameters$serie
## [1] 2
##
## $parameters$seed
## [1] -2050136441
##
## $parameters$kinds
## [1] "def"
##
##
## $statistics
##      lambda treatmeans blockSize blocks r Efficiency
## values      1          13         3     26 6 0.7222222
##
## $sketch
##      [,1] [,2] [,3]
## [1,] "E"  "C"  "G"
## [2,] "J"  "H"  "I"
## [3,] "M"  "F"  "J"
## [4,] "F"  "K"  "H"
## [5,] "L"  "F"  "B"
## [6,] "C"  "J"  "L"
## [7,] "B"  "C"  "I"
## [8,] "B"  "M"  "D"
## [9,] "K"  "G"  "L"
## [10,] "I"  "G"  "F"
## [11,] "H"  "E"  "B"
## [12,] "G"  "A"  "D"
## [13,] "M"  "G"  "H"
## [14,] "D"  "C"  "H"
## [15,] "A"  "C"  "F"
## [16,] "A"  "E"  "J"
## [17,] "B"  "K"  "A"
## [18,] "A"  "H"  "L"
## [19,] "D"  "I"  "L"
## [20,] "E"  "D"  "F"
## [21,] "K"  "I"  "E"

```

```

## [22,] "M" "A" "I"
## [23,] "J" "D" "K"
## [24,] "J" "G" "B"
## [25,] "C" "M" "K"
## [26,] "M" "E" "L"
##
## $book
##   plots block trt
## 1    101     1  E
## 2    102     1  C
## 3    103     1  G
## 4    201     2  J
## 5    202     2  H
## 6    203     2  I
## 7    301     3  M
## 8    302     3  F
## 9    303     3  J
## 10   401     4  F
## 11   402     4  K
## 12   403     4  H
## 13   501     5  L
## 14   502     5  F
## 15   503     5  B
## 16   601     6  C
## 17   602     6  J
## 18   603     6  L
## 19   701     7  B
## 20   702     7  C
## 21   703     7  I
## 22   801     8  B
## 23   802     8  M
## 24   803     8  D
## 25   901     9  K
## 26   902     9  G
## 27   903     9  L
## 28  1001    10  I
## 29  1002    10  G
## 30  1003    10  F
## 31  1101    11  H
## 32  1102    11  E
## 33  1103    11  B
## 34  1201    12  G
## 35  1202    12  A
## 36  1203    12  D
## 37  1301    13  M
## 38  1302    13  G
## 39  1303    13  H
## 40  1401    14  D
## 41  1402    14  C
## 42  1403    14  H
## 43  1501    15  A
## 44  1502    15  C
## 45  1503    15  F
## 46  1601    16  A

```

```
## 47 1602 16 E
## 48 1603 16 J
## 49 1701 17 B
## 50 1702 17 K
## 51 1703 17 A
## 52 1801 18 A
## 53 1802 18 H
## 54 1803 18 L
## 55 1901 19 D
## 56 1902 19 I
## 57 1903 19 L
## 58 2001 20 E
## 59 2002 20 D
## 60 2003 20 F
## 61 2101 21 K
## 62 2102 21 I
## 63 2103 21 E
## 64 2201 22 M
## 65 2202 22 A
## 66 2203 22 I
## 67 2301 23 J
## 68 2302 23 D
## 69 2303 23 K
## 70 2401 24 J
## 71 2402 24 G
## 72 2403 24 B
## 73 2501 25 C
## 74 2502 25 M
## 75 2503 25 K
## 76 2601 26 M
## 77 2602 26 E
## 78 2603 26 L
```

```
write.table(bib,"bib.txt", row.names=FALSE, sep="\t") -->
file.show("bib.txt")
```

Exemplo com o pacote dae

```
library(dae)
b <- 4
k <- 3
te <- 4
BIBD.unit <- list(Blocks = b, Plots = k)
BIBD.nest <- list(Plots = "Blocks")
BIBD.ran <- Treat <- factor(c(1, 2, 3, 1, 2, 4, 1, 3, 4, 2, 3,4), labels = c("A", "B", "C", "D"))
BIBD.lay <- fac.layout(unrandomized = BIBD.unit, nested.factors = BIBD.nest, randomized = Treat, seed =
remove("Treat"))
BIBD.lay
```

```
##      .Units .Permutation Blocks Plots Treat
## 1      1      3      1      1      B
## 2      2      1      1      2      C
## 3      3      2      1      3      A
```

```
## 4      4      7      2      1      D
## 5      5      8      2      2      A
## 6      6      9      2      3      C
## 7      7      5      3      1      A
## 8      8      6      3      2      B
## 9      9      4      3      3      D
## 10     10     11     4      1      C
## 11     11     10     4      2      B
## 12     12     12     4      3      D
```

Exemplo: análise de dados (Montgomery,D., 2013, p.168.)

A ordem dos fatores é importante nessa análise. Tratamentos deve vir antes de blocos.

```
bloco<-c(1,2,4,2,3,4,1,2,3,1,3,4)
trat<-c(1,1,1,2,2,2,3,3,3,4,4,4)
resp<-c(73,74,71,75,67,72,73,75,68,75,72,75)

bib.av<-aov(resp~factor(bloco)+factor(trat))
summary(bib.av)
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## factor(bloco)  3  55.00  18.333   28.20 0.00147 **
## factor(trat)   3  22.75   7.583   11.67 0.01074 *
## Residuals     5   3.25   0.650
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Exercício: Experimento com canetas.

Cada grupo deve escolher um grupo de canetas para serem comparadas com relação a maciez. (por questões operacionais, pode-se repetir cada caneta. Ideal é ter repetições de cada caneta.)

Construir um delineamento em Blocos Incompletos Balanceados e executar o experimento na próxima aula.

Obs: podem ser relacionados alunos de outro grupo para comporem o experimento.