


EXPERIMENTOS COM INTERAÇÕES

Na maioria dos experimentos, os tratamentos são de efeitos fixos.


Mas também são realizados experimentos em que os efeitos dos tratamentos são aleatórios.






Para saber se, em um experimento, os efeitos são fixos ou aleatórios, verifique se os tratamentos em comparação são apenas parte de uma população. Caso afirmativo, é razoável admitir que eles constituem uma amostra aleatória dessa população. Neste caso, os efeitos são aleatórios.


-
- # Efeitos Aleatórios: são aqueles em que os tratamentos em comparação são parte da população, formando uma amostra aleatória.
 - # Efeitos Fixos: quando não se possui uma amostra aleatória.
 - # Efeitos Mistos: são experimentos em que apenas os tratamentos, ou apenas os blocos, são de efeitos aleatórios.



A análise dos experimentos inteiramente ao acaso e dos experimentos em blocos ao acaso sem repetições é feita da mesma forma, quer se admita o modelo como de efeitos fixos ou de efeitos aleatórios.



No entanto, a análise dos experimentos em blocos ao acaso com repetições é diferente, conforme a natureza dos efeitos, (fixos ou aleatórios) de tratamentos e blocos.




Imagina-se que se tem um experimento com k tratamentos, r blocos e m repetições de cada tratamento dentro de cada bloco. O número total de parcelas é $n = k r m$. Para fazer a análise de variância – considerando que tanto tratamentos como blocos são de efeitos fixos – é preciso calcular:


a) os graus de liberdade

| | |
|--------------------|-------------------|
| # do total: | $n - 1$ |
| # dos tratamentos: | $k - 1$ |
| # dos blocos: | $r - 1$ |
| # da interação: | $(k - 1) (r - 1)$ |
| # dos resíduos: | $kr (m - 1)$ |

b) *as somas de quadrados do total, dos tratamentos e de blocos.*



Para calcular a soma de quadrados da interação é preciso obter os totais de tratamentos dentro de cada bloco. Esses totais serão indicados pela letra l . Cada valor de l é a soma de m parcelas. São kr totais desse tipo, como mostra a Tabela a seguir.



Cada total de tratamento, indicado pela letra T ,
pode ser obtido pela soma de r valores de l , e
cada total de bloco, indicado pela letra B , pode
ser obtido pela soma de k valores de l .

TABELA – Experimento em blocos ao acaso com repetições

| Bloco | Tratamento | | | | Total |
|-------|------------|-----------|-----|-----------|----------------------------------|
| | 1 | 2 | ... | K | |
| 1 | y_{111} | y_{211} | | y_{k11} | B_1 |
| | y_{112} | y_{212} | | y_{k12} | |
| | · | · | | · | |
| | · | · | | · | |
| 2 | y_{11m} | y_{21m} | | y_{k1m} | B_2 |
| | y_{121} | y_{221} | | y_{k21} | |
| | y_{122} | y_{222} | | y_{k22} | |
| | · | · | | · | |
| · | y_{12m} | y_{22m} | | y_{k2m} | · |
| | · | · | | · | |
| | · | · | | · | |
| | · | · | | · | |
| R | y_{1r1} | y_{2r1} | | y_{kr1} | B_r |
| | y_{1r2} | y_{2r2} | | y_{kr2} | |
| | · | · | | · | |
| | · | · | | · | |
| Total | y_{1rm} | y_{2rm} | | y_{krm} | $\Sigma T = \Sigma B = \Sigma y$ |
| | T_1 | T_2 | ... | T_k | |

Para calcular a ANOVA precisa-se encontrar os seguintes valores:

a) a soma de quadrados da interação tratamento versus bloco:

$$SQ_{Tr \times B} = \frac{\sum I^2}{M} - C - SQ_{Tr} - SQ_B$$

b) a soma de quadrados dos resíduos:

$$SQR = SQT - SQ_{Tr} - SQ_B - SQ_{Tr \times B}$$

c) o quadrado médio da interação:

$$QM_I = \frac{SQTr \times B}{(k - 1)(r - 1)}$$

d) o quadrado médio dos resíduos:

$$QM_{Res} = \frac{SQR}{k \cdot r \cdot (m - 1)}$$

e) o valor de F para os tratamentos:


$$F_{Tr} = \frac{QMTr}{QMR}$$

f) o valor de F para os blocos:

$$F_{BI} = \frac{QMB}{QMR}$$

g) o valor de F para a interação:

$$F_I = \frac{QMI}{QMR}$$



Para mostrar como se faz a análise de variância de um experimento em blocos ao acaso com repetições – quando os efeitos são fixos – serão usadas as notas dos alunos no experimento para comparar a eficiência das fontes de informação.

a) os graus de liberdade:

do total: $4 \cdot 2 \cdot 3 - 1 = 23$

dos tratamentos: $4 - 1 = 3$

dos blocos: $2 - 1 = 1$

da interação: $3 \cdot 1 = 3$

dos resíduos: $4 \cdot 2 (3 - 1) = 16$

b) as somas de quadrados totais, de tratamentos e de blocos.

$$SQT = 4382$$

$$SQTr = 1668$$

$$SQB = 1944$$

c) a soma de quadrados da interação. Para isso é preciso organizar os totais de tratamentos em cada bloco. Observe a Tabela abaixo:

ANOVA

| Bloco | Tratamento | | | | Total |
|-------|------------|----------|----------|----------|-------|
| | A | B | C | D | |
| I | 65 | 56 | 58 | 38 | 648 |
| | 69 } 207 | 49 } 159 | 65 } 180 | 3 } 102 | |
| | 73 | 54 | 57 | 34 | |
| II | 72 | 73 | 76 | 71 | 864 |
| | 79 } 231 | 77 } 219 | 69 } 216 | 65 } 198 | |
| | 80 | 69 | 71 | 62 | |
| Total | 438 | 378 | 396 | 300 | 1512 |

Agora, lembrando que a correção é 95256, calcule:

$$\begin{aligned} \text{SQI} &= \frac{207^2 + 231^2 + \dots + 198^2}{3} && 95256 && 1668 && 1944 \\ &= 99372 && 95256 && 1668 && 1944 = 504 \end{aligned}$$

d) a soma de quadrados do resíduo:

$$\text{SQR} = 4382 \quad 1668 \quad 1944 \quad 504 = 266$$

e) o quadrado médio de tratamentos e o quadrado médio de blocos que são:

$$QMTr = 556$$

$$QMB = 1944$$

f) o quadrado médio da interação:

$$QMI = \frac{504}{3} = 168$$

g) o quadrado médio dos resíduos:

$$QMR = \frac{266}{16} = 16,625$$

h) o valor de F para os tratamentos:

$$F_{Tr} = \frac{556}{16,625} = 33,44$$

i) o valor de F para os blocos:

$$F_{Bl} = \frac{1944}{16,625} = 116,93$$


j) o valor de F para a interação:

$$F_I = \frac{168}{16,625} = 10,11$$

Os valores calculados estão organizados na Tabela a seguir.


ANOVA

| Fontes de variação | S.Q. | G.L. | Q.M. | F_{calc.} |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|
| Tratamentos | 1668 | 3 | 556 | 33,44 |
| Blocos | 1944 | 1 | 1944 | 116,93 |
| Interação | 504 | 3 | 168 | 10,11 |
| Resíduos | 266 | 16 | 16,625 | |
| Total | 4382 | 23 | | |



Feita a análise de variância, é preciso verificar se os valores de F são significativos. Recomenda-se interpretar, primeiro, o resultado da interação. Se o valor de F para a interação for significativo, o comportamento dos tratamentos depende do bloco. Nesse caso, o lógico seria comparar médias dos tratamentos dentro dos blocos.

*Análise de variância de
experimentos em blocos ao acaso com
repetições e efeitos aleatórios*



Se os efeitos são aleatórios, a análise de variância dos experimentos em blocos ao acaso com repetições têm, em relação à análise onde os efeitos são fixos, uma única diferença: o cálculo dos valores de F .

Para obter os valores de F , quando os efeitos de blocos e de tratamentos são aleatórios, calcula-se:

a) Para os tratamentos:


$$F_{Tr} = \frac{QMTr}{QMI}$$

b) Para os blocos:

$$F_{Bl} = \frac{QMB}{QMI}$$

c) Para a interação:

$$F_I = \frac{QMI}{QMR}$$



É razoável dizer que uma vez que existe interação dos blocos versus tratamentos, devem-se comparar as médias de tratamentos dentro dos blocos.