

# MAF 261 - Estatística Experimental

Prof. Fernando de Souza Bastos

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Universidade Federal de Viçosa  
Campus UFV - Florestal

2018

# Sumário

- 1 Delineamento em Quadrado Latino
- 2 Exemplos
- 3 Modelo Estatístico

# Delineamento em Quadrado Latino

No Delineamento em Quadrado Latino (DQL), além dos princípios da repetição e da casualização, é utilizado também duas vezes o princípio do controle na casualização para controlar o efeito de dois fatores perturbadores que causam variabilidade entre as unidades experimentais. Para controlar esta variabilidade, é necessário dividir as unidades experimentais em blocos homogêneos de unidades experimentais em relação a cada fator perturbador.

O número de blocos para cada fator perturbador deve ser igual ao número de tratamentos. Por exemplo, se no experimento estão sendo avaliados  $I$  tratamentos, deve ser formado para cada fator perturbador  $I$  blocos e cada um destes blocos deve conter  $I$  unidades experimentais. Ao final são necessários  $I^2$  unidades experimentais. Cada uma destas  $I^2$  unidades experimentais é classificada segundo cada um dos dois fatores perturbadores.

Uma vez formados os blocos, distribui-se os tratamentos ao acaso com a restrição que cada tratamento seja designado uma única vez em cada um dos blocos dos dois fatores perturbadores.

Geralmente, na configuração de um experimento instalado segundo o DQL, os níveis de um fator perturbador são identificados por linhas em uma tabela de dupla entrada e os níveis do outro fator perturbador são identificados por colunas na tabela.

# Exemplos

Num experimento com suínos pretende-se testar as rações  $A$ ,  $B$ ,  $C$  e  $D$  em 4 raças e 4 idades de animais. Sendo interesse fundamental o comportamento dos 4 tipos de rações, toma-se a raça e a idade como blocos, ou seja:

Idade	Raça			
	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$
$I_1$	A	B	D	C
$I_2$	B	C	A	D
$I_3$	D	A	C	B
$I_4$	C	D	B	A

# Exemplos

Num laboratório devem ser comparados 5 métodos de análise ( $A, B, C, D, E$ ), programados em 5 dias úteis e, em cada dia, é feita uma análise a cada hora, num período de 5 horas. O quadrado latino assegura que todos os métodos sejam processados, uma vez em cada período e em cada dia. O croqui abaixo ilustra a configuração a ser adotada.

Período	Dia				
	1	2	3	4	5
1	A	E	C	D	B
2	C	B	E	A	D
3	D	C	A	B	E
4	E	D	B	C	A
5	B	A	D	E	C

Note que os níveis de uma fonte formam as linhas e os níveis da outra fonte formam as colunas



# Modelo Estatístico

Para o DQL o modelo estatístico é:

$$Y_{ij(k)} = \mu + I_i + c_j + t_k + e_{ij(k)}$$

onde  $Y_{ij(k)}$  é o valor esperado para a variável resposta obtido para o  $k$ -ésimo tratamento, na  $i$ -ésima linha e na  $j$ -ésima coluna,  $\mu$  é a média de todos os valores possíveis da variável resposta,  $I_i$  é o efeito da linha  $i$ ,  $c_j$  é o efeito da linha coluna  $j$ ,  $t_k$  é o efeito do tratamento  $k$  e  $e_{ij(k)}$  é o erro experimental.

Considerando  $L_i$  o total da linha  $i$ ,  $C_j$  o total da coluna  $j$ ,  $T_k$  o total do tramento  $k$ ,  $G$  o total geral e  $C = \frac{G^2}{I^2}$ , temos:

$$SQTotal = \sum_{i,j=1}^I Y_{ij}^2 - C$$

$$SQLinhas = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I L_i^2 - C$$

$$SQColunas = \frac{1}{I} \sum_{j=1}^I C_j^2 - C$$

$$SQTrat = \frac{1}{I} \sum_{j=1}^I T_i^2 - C$$

$$SQRes = SQTotal - SQLinhas - SQColunas - SQTrat$$

Admitindo-se  $I$  tratamentos, conseqüentemente,  $I$  linhas e  $I$  colunas, o esquema da análise de variância fica:

FV	GL	SQ	QM	F	$F_{tab;\alpha}$
Linhas	$(I - 1)$	SQLinhas	—	—	—
Colunas	$(I - 1)$	SQColunas	—	—	—
Tratamentos	$(I - 1)$	SQTrat	$\frac{SQTrat}{I - 1}$	$\frac{QMTrat}{QMRes}$	$[(I - 1); (I - 1)(I - 2)]$
Resíduo	$(I - 1)(I - 2)$	SQRes	$\frac{SQRes}{(I - 1)(I - 2)}$	—	—
Total	$I^2 - 1$	SQTotal	—	—	—

## Exemplo (Exercício 7.1, pág. 68):

Num experimento de competição de variedades de cana forrageira foram usadas 5 variedades: A, B, C, D e E, dispostas em um quadrado latino de 5 por 5. O controle feito através de blocos horizontais e verticais teve por objetivo eliminar influências devidas a diferenças de fertilidade em duas direções. As produções, em kg por parcela, foram as seguintes:

Linhas	Colunas					Totais
	1	2	3	4	5	
1	432(D)	518(A)	458(B)	583(C)	331(E)	2322
2	724(C)	478(E)	524(A)	550(B)	400(D)	2676
3	489(E)	384(B)	556(C)	297(D)	420(A)	2146
4	494(B)	500(D)	313(E)	486(A)	501(C)	2294
5	515(A)	660(C)	438(D)	394(E)	318(B)	2325
Totais	2654	2540	2289	2310	1970	11763

Considerando  $\alpha = 5\%$ , pede-se:

- Análise da variância
- Qual a variedade a ser recomendada, utilizando o teste de Tukey, se necessário