# DELINEAMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO DIC

**Ana Lúcia Souza Silva Mateus**

# TABELA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

- O primeiro passo consiste na formalização da hipótese a ser testada

- $H_o$: hipótese de nulidade

$$H_o : \tau_1 = \tau_2 = ... = \tau_I = 0$$

- $H_a$: hipótese alternativa

$$H_a : \tau_I \neq 0 \; para \; pelo \; menos \; um \; i$$

Tabela 1: Modelo da tabela de Análise de Variância

| **FV** | ***GL*** | **SQ** | **QM** | **$F_c$** |
|---|---|---|---|---|
| Entre Tratamentos | GLEntre | SQEntre | SQEntre/ GLEntre | QMEntre/ QMDentro |
| Dentro de Tratamentos | GLDentro | SQDentro | SQDentro/ GLDentro | |
| **Total** | **GLTotal** | **SQTotal** | | |

- FV: Fontes de Variação

  Nesta coluna são descritas as causas de variabilidade dos dados do experimento: Entre tratamentos e Resíduos

- GL: Graus de liberdade

- SQ: Soma de Quadrados

  As somas de quadrados dos desvios ou as medidas de variabilidade calculadas para cada fonte de variação

- QM: Quadrados Médios

  São obtidos pela razão entre as Somas de Quadrados e os seus respectivos graus de liberdade.

  Medidas de variabilidade para cada FV, comparáveis entre si.

- Fc: Valor da Estatística F

  É o valor obtido para a comparação entre os quadrados médios, dado pela razão entre o QM Entre Tratamentos e o

  É a razão entre o QM Entre Tratamentos e o QM Resíduo

  É a estatística de teste apropriada para o teste de hipótese sobre os QM.

- Variabilidade entre tratamentos: provocada pelos tratamentos e por outras fontes de variabilidade

- Variabilidade dentro tratamentos: provocada por várias fontes de variabilidade, exceto pelos tratamentos

# PROCEDIMENTO GERAL

- Considere I tratamentos cada um com ri repetições

- Y é uma variável qualquer e os dados obtidos serão representados por onde $y_{ij}$, onde i refere-se ao tratamento (i = 1,2,…,I) e $_j$ refere-se as repetições ($j=r_1,r_2,\ldots,r_I$)

- Número total de parcelas: $N= r_1 + r_2 + \ldots +r_I$

A regra decisória para o teste F é a seguinte:

- se o valor do F calculado for maior ou igual ao valor do F tabelado, então rejeita-se $H_0$ e conclui-se que os tratamentos tem efeito diferenciado ao nível de significância em que foi realizado o teste;
- se o valor de F calculado for menor que o valor do F tabelado, então não rejeita-se $H_0$ e conclui-se que os tratamentos têm efeitos iguais ao nível de significância em que foi realizado o teste.

# DELINEAMENTO INTEIRAMENTE CAZUALIZADO – DIC

- VANTAGENS em relação aos demais
- Qualquer número de repetições e tratamentos podem ser usados
- O número de repetições pode variar de um tratamento para o outro
- A análise estatística é mais simples
- O número de graus de liberdade do resíduo é máximo
- É o delineamento mais fácil de ser conduzido e instalado

# DELINEAMENTO INTEIRAMENTE CAZUALIZADO - DIC

- DESVANTAGENS
- Exige homogeneidade total das condições experimentais
- Conduz estimativas elevadas do erro experimental

- ALEATORIZAÇÃO
- Considere 4 tratamentos (A, B, C e D) e 5 repetições (I, II, III, IV e V)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_{I}$ | $A_{III}$ | $D_{II}$ | $B_{I}$ | $D_{IV}$ | $B_{II}$ | $B_{IV}$ | $A_{IV}$ | $B_{V}$ | $C_{IV}$ |
| $C_{II}$ | $D_{I}$ | $A_{V}$ | $C_{I}$ | $C_{V}$ | $D_{V}$ | $C_{III}$ | $D_{III}$ | $B_{III}$ | $A_{II}$ |

# ETAPAS DO EXPERIMENTO

- Definir o local onde o experimento será conduzido. Ex.: laboratório, casa de vegetação, estábulos, galpão, etc.

- Identificar as UE com etiquetas, plaquetas, etc., seguindo o que consta no croqui do experimento. Ex.: Parcelas: placas de Petri, vasos, caixas de madeira, baias, gaiolas, etc.

- Distribuir as UE no local onde o experimento será conduzido,

- Finalmente, colocar as plantas e/ou animais correspondente ao seu respectivo tratatamento em cada parcela.

# TABELA DE TABULAÇÃO DOS DADOS

| | Tratamentos | | | |
|---|---|---|---|---|
| Repetições | 1 | 2 | ... | I |
| 1 | $Y_{11}$ | $Y_{21}$ | ... | $Y_{I1}$ |
| 2 | $Y_{12}$ | $Y_{22}$ | ... | $Y_{I2}$ |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| J | $Y_{1J}$ | $Y_{2J}$ | ... | $Y_{IJ}$ |

- nº de unidades experimentais: N = I x J
- Total geral: $G = \sum_{i=1,j=1}^{I,J} Y_{ij} = \sum_{i=1}^{I} T_i = Y_{\bullet\bullet}$
- Total para o tratamento i: $T_i = \sum_{j=1}^{J} Y_{ij} = Y_{i\bullet}$
- Média para o tratamento i: $\hat{m}_i = \frac{T_i}{J}$
- Média geral do experimento: $\hat{m} = \frac{G}{I.J}$.

## MODELO ESTATÍSTICO

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$y_{ij}$ *é a observação feita na parcela para o tratamento i na repetição j*

$\mu$ *média geral*

$\tau_i$ *é o efeito do i – ésimo tratamento* $(i = 1, 2, \ldots, I)$

$\varepsilon_{ij}$ *é o erro experimental referente a parcela que recebeu o tratamento i na repetição j*

# MODELO GERAL DE ANÁLISE

| Repetições | TRATAMENTOS A | B | C | |
|---|---|---|---|---|
| I | $y_{11}$ | $y_{21}$ | $y_{31}$ | |
| II | $y_{12}$ | $y_{22}$ | $y_{32}$ | |
| **TOTAIS** | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | **G** |

$$
\begin{aligned}
y_{11} &= \mu + t_1 + \varepsilon_{11} \\
y_{21} &= \mu + t_2 + \varepsilon_{21} \\
y_{31} &= \mu + t_3 + \varepsilon_{31} \\
y_{12} &= \mu + t_1 + \varepsilon_{12} \\
y_{22} &= \mu + t_2 + \varepsilon_{22} \\
y_{32} &= \mu + t_3 + \varepsilon_{32}
\end{aligned}
$$

# QUADRO DA ANAVA

| FV | GL | SQ | QM | F | $F_{tab;\,\alpha}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Tratamentos | (I-1) | SQTrat | $\frac{SQTrat}{I-1}$ | $\frac{QMTrat}{QMRes}$ | [(I-1); I(J-1)] |
| Resíduo | I(J-1) | SQRes | $\frac{SQRes}{I(J-1)}$ | | |
| Total | IJ - 1 | SQTotal | | | |

$$SQTotal = \sum_{i=1,\,j=1}^{I,J}\left(Y_{ij} - \hat{m}\right)^2 = \sum_{i=1,\,j=1}^{I,J} Y_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1,\,j=1}^{I,J} Y_{ij}\right)^2}{IJ}$$

$$SQTrat. = \sum_{i=1,\,j=1}^{I,J}\left(\hat{m}_i - \hat{m}\right)^2 = \sum_{i=1}^{I}\frac{T_i^2}{J} - \frac{\left(\sum_{i=1,\,j=1}^{I,J} Y_{ij}\right)^2}{IJ}$$

$$SQErro = \sum_{i=1,\,j=1}^{I,J}\left(Y_{ij} - \hat{m}_i\right)^2 = SQTotal - SQTrat.$$

Fator de correção para a média

$$C = \frac{G}{N} = \frac{\left(\sum_{i=1,\,j=1}^{I,J} Y_{ij}\right)^2}{IJ}$$

# COEFICIENTE DE VARIAÇÃO

$$CV = \frac{\sqrt{QMRes}}{\hat{m}} \cdot 100$$

| C.V. | Avaliação | Precisão |
|---|---|---|
| < 10% | Baixo | Alta |
| 10 a 20% | Médio | Média |
| 20 a 30% | Alto | Baixa |
| >30% | Muito Alto | Muito Baixa |

# EXEMPLO DIC: DADOS BALANCEADOS

- Exemplo: Considere um experimento em DIC com 3 tratamentos e 5 repetições, a variável resposta analisada foi a produção de massa verde (t/ha) de uma cultura de sorgo. Verifique se existe diferença entre os espaçamentos ao nível de 5% de significância.

| | ESPAÇAMENTOS | | |
|---|---|---|---|
| **REPETIÇÕES** | **0,50** | **0,75** | **0,90** |
| *I* | *186* | *158* | *190* |
| *II* | *180* | *173* | *215* |
| *III* | *187* | *175* | *221* |
| *IV* | *181* | *174* | *195* |
| *V* | *184* | *170* | *210* |
| **TOTAIS** | **918** | **850** | **1.031** |

## EXEMPLO DIC: DADOS DESBALANCEADOS

- Exemplo: O resultado da venda de 3 vendedores de uma indústria de pesticidas durante certo período é dado a seguir. Ao nível de 5% de probabilidade e considerando os vendedores como tratamento em um DIC, verifique se há diferenças de eficiências entre os vendedores.

| | Vendedores | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| | 29 | 27 | 30 |
| | 27 | 27 | 30 |
| | 31 | 30 | 31 |
| | 29 | 28 | 27 |
| | 32 | | 29 |
| | 30 | | |
| Totais | 178 | 112 | 147 |

## TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS TUKEY

***John Wilder Tukey – 1949***

***Comparing individual means in the Analysis of Variance***

***Biometrics 5(2): 99 – 114p***

# INTRODUÇÃO

- Quando o resultado do teste F é significativo, aceita-se a existência de efeitos diferenciados para, pelo menos dois tratamentos ao nível α% de probabilidade
- O próximo passo será a identificação das diferenças entre os tratamentos
- **Tratamentos qualitativos – testes de comparações de médias**
- **Tratamentos quantitativos – análise de regressão**
- As comparações entre tratamentos ou grupos de tratamentos, são realizadas por meio de contrastes

## CONCEITOS INICIAIS

- Contrastes de médias – Y

São relações lineares entre as médias dos tratamentos $m_i$ de forma que a soma algébrica dos coeficientes das médias seja nula

$$Y = c_1 m_1 + c_2 m_2 + \ldots + c_I m_I = 0$$

- Será um constraste se, e só se $c_1 + c_2 + \ldots + c_I = 0$ $\sum_{i=1}^{I} c_i = 0$

- Exemplo de contraste

$$Y_1 = m_1 - m_2$$
$$Y_2 = m_1 - m_3$$
$$Y_3 = m_1 + m_2 - 2m_3$$

- Diferença mínima significativa - DMS
- Todos os procedimentos se baseiam no cálculo de uma DMS
- Ela representa o menor valor que a estimativa de um contraste deve apresentar para que se possa considerá-lo como significativo
- Exemplo: para um contraste entre duas médias, a DMS representa qual o menor valor que tem que ser detectado entre suas estimativas para que se possa concluir que os dois tratamentos produzam efeitos significativamnete deferentes

**Se o experimento for balanceado (r repetições/tratamento)**

$$\mathrm{DMS} = \Delta = q(i, gl\,res)\sqrt{\frac{QMResiduo}{r}}$$

**Se o experimento for desbalanceado (ri repetições/tratamento)**

$$\mathrm{DMS} = \Delta = q(i, gl\,res)\sqrt{\frac{QMResiduo}{2}\left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)}$$

# APLICAÇÃO DO TESTE

- **Passo 1:** Calcula a DMS, representada por $\Delta$

$$\text{DMS} = \Delta = q(i, gl\,res)\sqrt{\frac{QMResiduo}{r}}$$

- em que: q é a amplitude estudentizada (Tabela)

- **Passo 2:** Ordenar as médias (ordem decrescente) e colocar uma letra qualquer para a primeira média.

- **Passo 3:** Comparar cada estimativa de contraste de duas médias, em valor absoluto ($|\hat{Y}|$) com a DMS ($\Delta$)

- **Passo 4:** Comparação de valores

$$\left|\hat{Y}\right| \geq \Delta \rightarrow Teste\ significativo$$

$$\left|\hat{Y}\right| < \Delta \rightarrow Teste\ não\ significativo$$

$$Ho: Y = 0 \quad ou \quad seja \quad Ho: \mu_i = \mu_j$$

$$Ha: Y \neq 0 \quad ou \quad seja \quad Ho: \mu_i \neq \mu_j$$

# EXEMPLO

- Dados: produção de cana-de-açúcar (t/ha), 4 (blocos) repetições

$$s^2 = QM\,\mathrm{Re}síduo = 286,11$$

$$
\begin{array}{ll}
1 - Co413 & \hat{m}_1 = 100,2\ t/ha \\
2 - CB40/19 & \hat{m}_2 = 137,2\ t/ha \\
3 - CB40/69 & \hat{m}_3 = 139,7\ t/ha \\
4 - CB41/70 & \hat{m}_4 = 129,8\ t/ha \\
5 - CB41/76 & \hat{m}_5 = 124,6\ t/ha
\end{array}
$$

# DELINEAMENTO EM BLOCOS CASUALIZADOS
# DBC

# INTRODUÇÃO

- Leva em conta os três princípios básicos: aleatorização, repetição e controle local

- Dentro de cada bloco os tratamentos são atribuídos aleatoriamente dentros das UE

- Para que o experimento seja eficiente, cada bloco deverá ser o mais uniforme possível, porém os blocos poderão diferir bastante uns dos outros

# VANTAGENS

- A perda total de um ou mais blocos ou de um ou mais tratamentos em nada dificulta a análise estatística.
- Conduz a estimativas menos elevadas do erro experimental
- A análise estatística é relativamente simples
- Permite, dentro de certos limites, utilizar qualquer número de tratamentos, e de blocos
- Controla a heterogeneidade do ambiente onde o experimento será conduzido
- Apresenta um número razoável de graus de liberdade para o resíduo

## DESVANTAGENS

- Exige que o quadro auxiliar da análise da variância esteja completo para poder efetuar a análise estatística

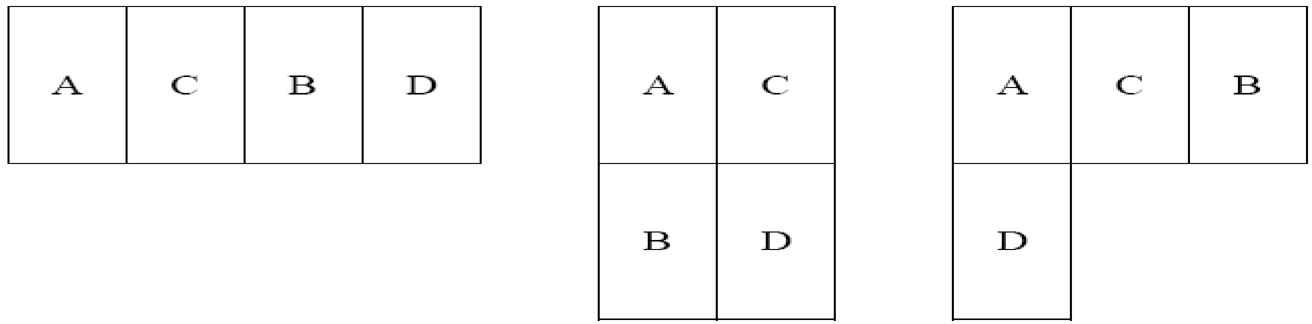
- O princípio do controle local é usado com pouca precisão

- A exigência de homogeneidade das UE dentro de cada bloco limita o número de tratamentos, que não pode ser muito elevado

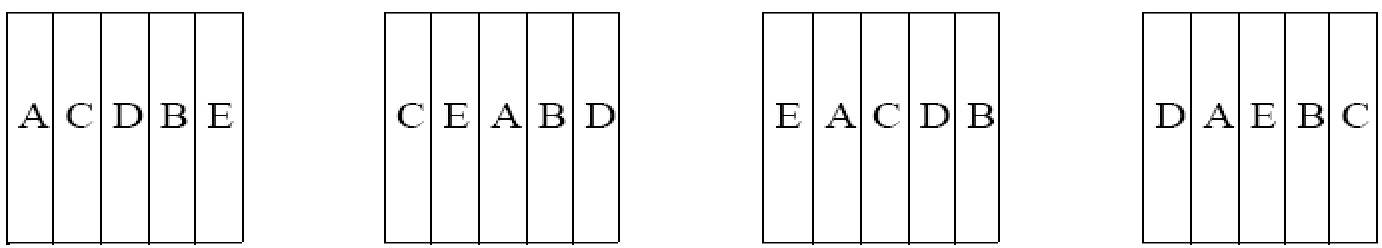
- Há uma redução do número de graus de liberdade para o resíduo, pela utilização do principio do controle local

# ALEATORIZAÇÃO

- Considere 4 tratamentos e 3 repetições




- Considere 5 tratamentos e 4 repetições




As etapas do experimento é semelhante ao DIC

# QUADRO DA ANAVA

Tabela 1: Modelo da tabela de Análise de Variância

| FV | GL | SQ | QM | F |
|---|---|---|---|---|
| Blocos | (J-1) | SQBlocos | - | - |
| Tratamentos | (I-1) | SQTratamentos | $\frac{SQTrat}{I-1}$ | $\frac{QMTrat}{QMRes}$ |
| Resíduo | (I-1)(J-1) | SQResíduo | $\frac{SQRes}{(I-1)(J-1)}$ | - |
| Total | IJ - 1 | SQTotal | - | - |

# MODELO ESTATÍSTICO

$$y_{ij} = \mu + t_i + b_j + \varepsilon_{ij}$$

$y_{ij}$ *é a observação feita na parcela para o tratamento i no bloco j*

$\mu$ *média geral*

$t_i$ *é o efeito do* $i-$*ésimo tratamento* $(i = 1, 2, \ldots, I)$

$b_j$ *é o efeito do* $j-$*ésimo bloco* $(j = 1, 2, \ldots, J)$

$\varepsilon_{ij}$ *é o erro experimental referente a parcela que recebeu o tratamento i no bloco j*

# HIPÓTESES A SEREM TESTADAS

- Tratamentos
- $H_o$: hipótese de nulidade

$$H_o : t_1 = t_2 = ... = t_I = 0$$

- $H_a$: hipótese alternativa

$$H_a : t_I \neq 0 \; para \; pelo \; menos \; um \; i$$

- Blocos
- $H_o$: hipótese de nulidade

$$H_o : b_1 = b_2 = ... = b_J = 0$$

- $H_a$: hipótese alternativa

$$H_a : b_J \neq 0 \; para \; pelo \; menos \; um \; j$$

# TABELA DE TABULAÇÃO DOS DADOS

| Blocos | Tratamentos 1 | 2 | ... | I | Totais |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $Y_{11}$ | $Y_{21}$ | ... | $Y_{I1}$ | $B_1$ |
| 2 | $Y_{12}$ | $Y_{22}$ | ... | $Y_{I2}$ | $B_2$ |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| J | $Y_{1J}$ | $Y_{2J}$ | ... | $Y_{IJ}$ | $B_J$ |
| Totais | $T_1$ | $T_2$ | ... | $T_I$ | G |

- nº de unidades experimentais: $N = I \times J$;
- Total geral: $G = \sum_{i=1,j=1}^{I,J} Y_{ij} = \sum_{i=1}^{I} T_i = \sum_{j=1}^{J} B_j = Y_{\bullet\bullet}$;
- Total para o tratamento i: $T_i = \sum_{j=1}^{J} Y_{ij} = Y_{i\bullet}$;
- Total para o bloco j: $B_j = \sum_{i=1}^{I} Y_{ij} = Y_{\bullet j}$;
- média para o tratamento i: $\hat{m}_i = \dfrac{T_i}{J}$;
- média para o bloco j: $\hat{m}_j = \dfrac{B_j}{I}$;
- média geral do experimento: $\hat{m} = \dfrac{G}{IJ}$.

## SOMA DE QUADRADOS

$$SQTotal = \sum_{i=1,j=1}^{I,J}\left(Y_{ij} - \hat{m}\right)^2 = \sum_{i=1,j=1}^{I,J} Y_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1,j=1}^{I,J} Y_{ij}\right)^2}{IJ}$$

$$SQTrat. = \sum_{i=1,j=1}^{I,J}\left(\hat{m}_i - \hat{m}\right)^2 = \sum_{i=1}^{I}\frac{T_i^2}{J} - \frac{\left(\sum_{i=1,j=1}^{I,J} Y_{ij}\right)^2}{IJ}$$

$$SQBlo\cos = \sum_{i=1,j=1}^{I,J}\left(\hat{m}_j - \hat{m}\right)^2 = \sum_{j=1}^{J}\frac{B_j^2}{I} - \frac{\left(\sum_{i=1,j=1}^{I,J} Y_{ij}\right)^2}{IJ}$$

$$SQ\,\mathrm{Re}\,síduo = \sum_{i=1,j=1}^{I,J}\left(Y_{ij} - \hat{m}_i\right)^2 = SQTotal - SQTrat. - SQBlo\cos$$

## EXEMPLO DBC

Exemplo: Considere-se um experimento que foi conduzido com o propósito de comparar as seguintes cultivares de ervilha de porte baixo: 1-Única, 2-Profusion, 3-Roi des Fins Verts, 4-Early Harvest, 5-Annonay, 6-Fins des Gourmets, quanto à produção de grãos secos. Os resultados - produção de grãos secos em decagramas por parcela de 4m$^2$ - estão registrados sobre o croqui do experimento. Pede-se:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bloco 1 | 5<br>76 | 4<br>88 | 2<br>72 | 6<br>60 | 3<br>72 | 1<br>112 |
| Bloco 2 | 3<br>44 | 2<br>43 | 6<br>39 | 1<br>87 | 4<br>84 | 5<br>33 |
| Bloco 3 | 2<br>84 | 1<br>72 | 3<br>44 | 4<br>60 | 5<br>35 | 6<br>65 |
| Bloco 4 | 5<br>34 | 4<br>64 | 1<br>69 | 2<br>49 | 6<br>48 | 3<br>42 |

Verifique se existe diferença entre as variedades de soja quanto a produção de grãos. Se sim, qual a(s) melhor(es) (utilize Tukey) ($\alpha$ =5%).

# DELINEAMENTO QUADRADO LATINO - DQL

# INTRODUÇÃO

- Leva em conta os três princípios básicos:  aleatorização, repetição e controle local;

- Possui um controle local mais eficiente que o DBC (controle na horizontal e na vertical);

  - Zootecnia: Experimento com suínos, ração A,B,C e D: raça e idade

  - Agricultura: Variedades de feijão: gradiente de fertilidade em dois sentidos do solo

- Os tratamentos são distribuídos de tal forma que apareçam somente uma só vez em cada linha e em cada coluna .

# VANTAGENS

- Controla a heterogeneidade do ambiente onde será conduzido;

- Conduz a estimativa menos elevada do erro experimental.

# DESVANTAGENS

- A análise estatística é mais demorada;
- Exige que os blocos fiquem num mesmo local da área experimental;
- Exige que o número de tratamentos seja igual ao número de repetições;
- Apresenta o número menor de grau de liberdade para o resíduo;
- Exige que o quadro auxiliar da analise de variância esteja completo para poder efetuar a análise estatística.

# ALEATORIZAÇÃO

- Estudar o efeito de 3 drogas (A,B,C). As reações **individuais** podem ser diferentes (linha) e a **ordem** de administração das drogas afeta a VR (coluna).

| | O1 | O2 | O3 |
|---|---|---|---|
| I1 | A | B | C |
| I2 | B | C | A |
| I3 | C | A | B |

| | | |
|---|---|---|
| A | B | C |
| C | A | B |
| B | C | A |

$\underbrace{\textit{Sorteio das linhas}}$

| | | |
|---|---|---|
| B | C | A |
| A | B | C |
| C | A | B |

$\underbrace{\textit{Sorteio das colunas}}$

## MODELO ESTATÍSTICO

$$y_{(jk)i} = \mu + t_i + c_j + l_k + \varepsilon_{(jk)i}$$

$y_{ij}$ *é a observação da parcela na coluna j e na linha k, que recebeu o tratamento i*

$\mu$ *média geral*

$t_i$ *é o efeito do i − ésimo tratamento* $(i = 1, 2, ..., I)$

$c_j$ *é o efeito da j − ésima coluna* $(j = 1, 2, ..., I)$

$l_k$ *é o efeito da k − ésima linha* $(k = 1, 2, ..., I)$

$\varepsilon_{ij}$ *é o erro experimental na parcela i, j, k.*

## HIPÓTESES A SEREM TESTADAS

- Tratamentos

$$H_o : t_1 = t_2 = ... = t_I = 0$$
$$H_a : t_I \neq 0 \; para\ pelo\ menos\ um\, i$$

- Colunas

$$H_o : c_1 = c_2 = ... = c_J = 0$$
$$H_a : c_J \neq 0 \; para\ pelo\ menos\ um\ j$$

- Linhas

$$H_o : l_1 = l_2 = ... = l_K = 0$$
$$H_a : l_K \neq 0 \; para\ pelo\ menos\ um\, k$$

# QUADRO DA ANAVA

Tabela 2: Modelo da tabela de Análise de Variância

| Fontes de Variação | GL | SQ |
|---|---|---|
| Linhas | I-1 | SQLinhas |
| Colunas | I-1 | SQColunas |
| Tratamentos | I-1 | SQTratamentos |
| Erro | (I-1) (I-2) | SQErro |
| Total | $I^2$-1 | SQTotal |

## SOMA DE QUADRADOS

$$SQTotal = \sum_{i=1,\, j=1}^{I,J} Y_{ij}^2 - \frac{\left( \sum_{i=1,\, j=1}^{I,J} Y_{ij} \right)^2}{I^2}$$

$$SQTrat. = \sum_{i=1}^{I} \frac{T_i^2}{I} - \frac{\left( \sum_{i=1,\, j=1}^{I,J} Y_{ij} \right)^2}{I^2}$$

$$SQColunas = \sum_{j=1}^{J} \frac{C_j^2}{I} - \frac{\left( \sum_{i=1,\, j=1}^{I,J} Y_{ij} \right)^2}{I^2}$$

$$SQLinhas = \sum_{k=1}^{K} \frac{L_i^2}{I} - \frac{\left( \sum_{i=1,\, j=1}^{I,J} Y_{ij} \right)^2}{I^2}$$

$$SQ\,\mathrm{Re}\,siduo = SQTotal - SQTrat. - SQColunas - SQLinhas$$

# EXEMPLO DQL

Exemplo: Um experimento foi desenvolvido visando comparar a eficiência de técnicos treinadores em amostragem. Uma cultura foi dividida em seis áreas, cada área sendo amostrada por 6 técnicos diferentes. O amostrador deveria escolher 8 plantas que julgasse com altura representativa da área e anotar a altura média destas plantas. Para as análises estatísticas foi considerada a diferença entre a altura média da amostra e a verdadeira altura média da área correspondente. Tais diferenças são os erros amostrais e são dados a seguir.

| | Áreas | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ordem de Visita | I | II | III | IV | V | VI |
| 1ª | 3,5 (F) | 4,2 (B) | 6,7 (A) | 6,6 (D) | 4,1 (C) | 3,8 (E) |
| 2ª | 8,9 (B) | 1,9 (F) | 5,8 (D) | 4,5 (A) | 2,4 (E) | 5,8 (C) |
| 3ª | 9,6 (C) | 3,7 (E) | -2,7 (F) | 3,7 (B) | 6,0 (D) | 7,0 (A) |
| 4ª | 10,5 (D) | 10,2 (C) | 4,6 (B) | 3,7 (E) | 5,1 (A) | 3,8 (F) |
| 5ª | 3,1 (E) | 7,2 (A) | 4,0 (C) | -3,3 (F) | 3,5 (B) | 5,0 (D) |
| 6ª | 5,9 (A) | 7,6 (D) | -0,7 (E) | 3,0 (C) | 4,0 (F) | 8,6 (B) |

Verifique se existe diferença entre os amostradores. Se sim, qual o(s) melhor(es) (utilize Tukey) (α =5%).