

Experimentos com Parcelas subdivididas (*“split-plot”*)

Prof. Dr. Idemauro A.R. de Lara
ESALQ-USP

Outubro 2023

Esquema com parcelas subdivididas

- Envolve dois tipos de tratamentos: **principais (A)** e **secundários (B)**.
- A com I níveis e B com K níveis.
- O Tratamento A é atribuído às **parcelas** e o tratamento B às **subparcelas**.
- Parcela: entidade física que pode ser subdividida para receber os níveis do tratamento secundário.

Quando usar este esquema?

- 1) Quando os atributos físicos de um fator exigem o uso de unidades maiores de material experimental do que outros fatores.
 - Por exemplo, tratamentos de preparação de terras geralmente requerem ser realizados em áreas maiores do que a semeadura de diferentes variedades (devido aos diferentes equipamentos).
 - Além disso, alguns fatores são relativamente difíceis de mudar. Por exemplo, a temperatura de uma operação de produção é muitas vezes difícil de mudar, de modo que seja melhor trocá-la com menos frequência, tornando-se um fator de trama principal.

Quando usar este esquema?

- 2) Quando se deseja incorporar um fator adicional em um experimento.

- 3) Quando se espera que as diferenças entre os níveis de certos fatores sejam maiores que entre os de outros fatores.

Quando usar este esquema?

4) Quando é desejado assegurar uma maior precisão entre alguns fatores do que outros.

- Independentemente do tamanho das diferenças entre os fatores principais de tratamento (parcela), é desejado aumentar a precisão de alguns fatores, atribuindo-os às subparcelas.

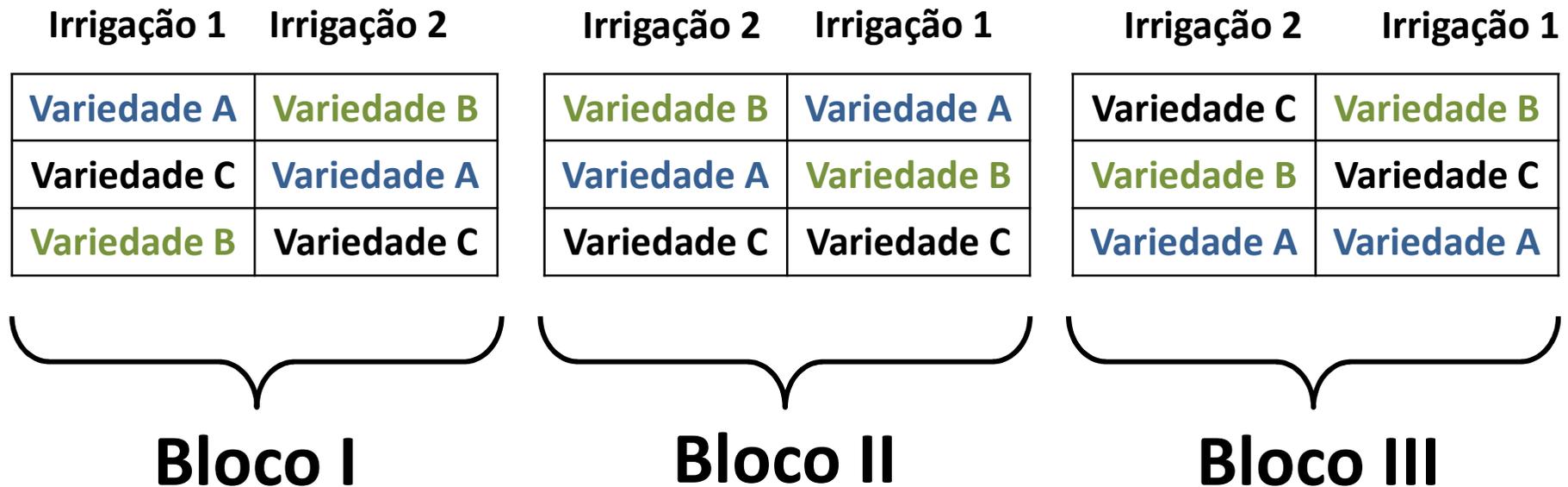
Experimento com parcela subdividida

- Exemplo: Suponha que se planeje um experimento em parcelas subdivididas para se comparar a produção de três variedades de hortaliças submetidas a dois níveis de irrigação.
 - *Fator Principal: irrigação com dois níveis (parcelas)*
 - *Factor Secundário: Variedade com três níveis (subparcelas)*
 - *3 replicações*
 - *Delineamento inteiramente casualizado*

Irrigação 1	Irrigação 1	Irrigação 2	Irrigação 1	Irrigação 2	Irrigação 2
Variedade A	Variedade B	Variedade B	Variedade A	Variedade C	Variedade B
Variedade C	Variedade A	Variedade A	Variedade B	Variedade B	Variedade C
Variedade B	Variedade C	Variedade C	Variedade C	Variedade A	Variedade A

Experimento com parcela subdividida

- Delineamento em blocos casualizados



Às vezes, pode-se optar entre um experimento fatorial e em parcelas subdivididas, mas eles se distinguem em vários aspectos:

- Nos objetivos do experimento.
- Na casualização.
- Na análise da variância.

Esquema Fatorial

Fator A – 3 níveis

Fator B – 4 níveis

3 replicações

Fontes de variação	Graus de liberdade
Fator A	2
Fator B	3
Interação	6
Resíduos	24
Total	35

Esquema “Split-plot”

Fator A – 3 níveis (parcela)

Fator B – 4 níveis (subparcela)

3 replicações

Fontes de variação	Graus de liberdade
Fator A	2
Resíduos (A)	6
Fator B	3
Interação	6
Resíduos (B)	18
Total	35

Modelo estatístico

Considere um delineamento casualizado em blocos com parcelas subdivididas. Vamos considerar:

- J blocos
- Tratamento primário A, com I níveis
- Tratamento secundário B, com K níveis

$$y_{ijk} = \mu + \beta_j + a_i + e_{ij} + b_k + (ab)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Quadro da análise da Variância

Causas	G.L.	Q.M.	F
Blocos	J-1		
Fator A	I-1	V1	V1/V2
Resíduo (a)	(I-1)(J-1)	V2	
Total (Parcela)	IJ-1		
Fator B	K-1	V3	V3/V5
Interação A*B	(I-1)(K-1)	V4	V4/V5
Resíduo (b)	I(J-1)(K-1)	V5	
Total (Subparcela)	IJK-1		

Hipóteses: interação não significativa

- **Comparações de médias duas a duas do Fator A:**

$$H_0: \mu_i = \mu_{i'} \text{ versus } H_1: \mu_i \neq \mu_{i'}$$

$$dms_A = q \cdot \sqrt{\frac{QMRes(A)}{JK}}$$

- **Comparações de médias duas a duas do Fator B:**

$$H_0: \mu_k = \mu_{k'} \text{ versus } H_1: \mu_k \neq \mu_{k'}$$

$$dms_B = q \cdot \sqrt{\frac{QMRes(B)}{IJ}}$$

Hipóteses: interação significativa

- **Comparações de médias duas a duas do Fator B dentro de A:**

$$H_0: \mu_{ik} = \mu_{ik'} \text{ versus } H_1: \mu_{ik} \neq \mu_{ik'}$$

$$dms_{Bd.A} = q \cdot \sqrt{\frac{QMRes(B)}{J}}$$

- **Comparações de médias duas a duas do Fator A dentro de B:**

$$H_0: \mu_{ik} = \mu_{i'k} \text{ versus } H_1: \mu_{ik} \neq \mu_{i'k}$$

$$dms_{Ad.B} = q \cdot \sqrt{\frac{QMResComposto}{J}}$$

$$QMResComposto = \frac{QMRes(A) + (K-1)QMRes(B)}{K}$$

Referências

- MONTGOMERY, D.C. 2001. **Design and analysis of experiments**.5a ed. John Wiley and Sons, N.Y., 684p.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**, 14^a. Edição, Piracicaba, SP, 2000. 477p.
- Vieira, S. **Estatística Experimental**, Atlas, 1989.