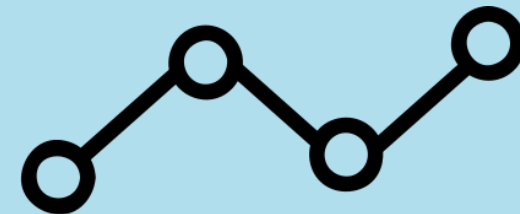


Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC
Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais –
DCAA



Experimento em parcelas subdivididas e em faixas

CET076 - Metodologia e Estatística experimental

Discentes: João Vitor Lima

Jorge Luis Filho

Ilhéus – Junho 2023

Sumário

- Introdução a parcelas subdivididas
- Quando utilizar
- Vantagens
- Desvantagens
- No espaço e no tempo
- Modelo matemático
- Tabulação de dados
- Experimento em faixas
- Introdução
- Vantagens e desvantagens

Experimento em parcelas subdivididas



Introdução

O termo parcela subdivida surgiu na experimentação agrônômica onde o nível de um fator (ou tratamento) é aplicado a uma parcela relativamente grande de terra (whole plot) e todos os níveis de um segundo fator são aplicados as subparcelas (Split-plots) desta parcela maior.

Pode ser conduzido em qualquer tipo de delineamento: DIC, DBC, DQL.

Neste esquema são estudados dois, ou mais, tipos de fatores de maneira simultânea, que são conhecidos como:

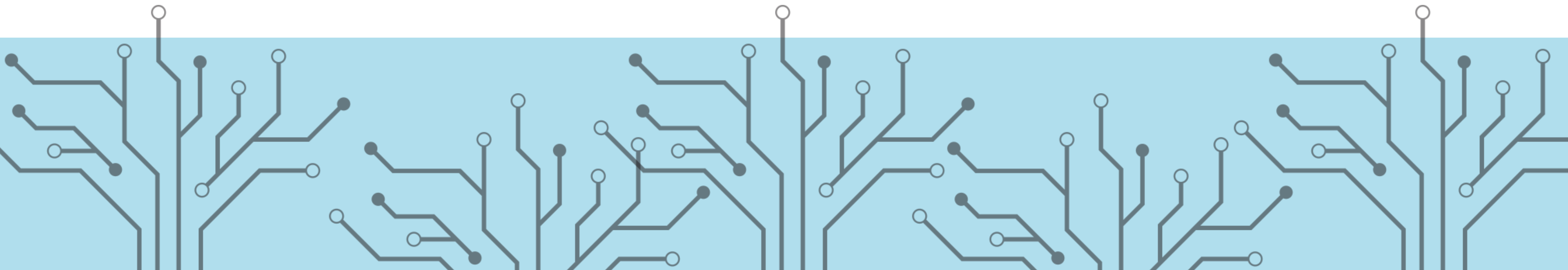
Fator primário (principal) – são os níveis do fator organizados nas parcelas de acordo com o delineamento utilizado.

Fator secundário – são os níveis do fator aleatorizado nas subparcelas de cada parcela.



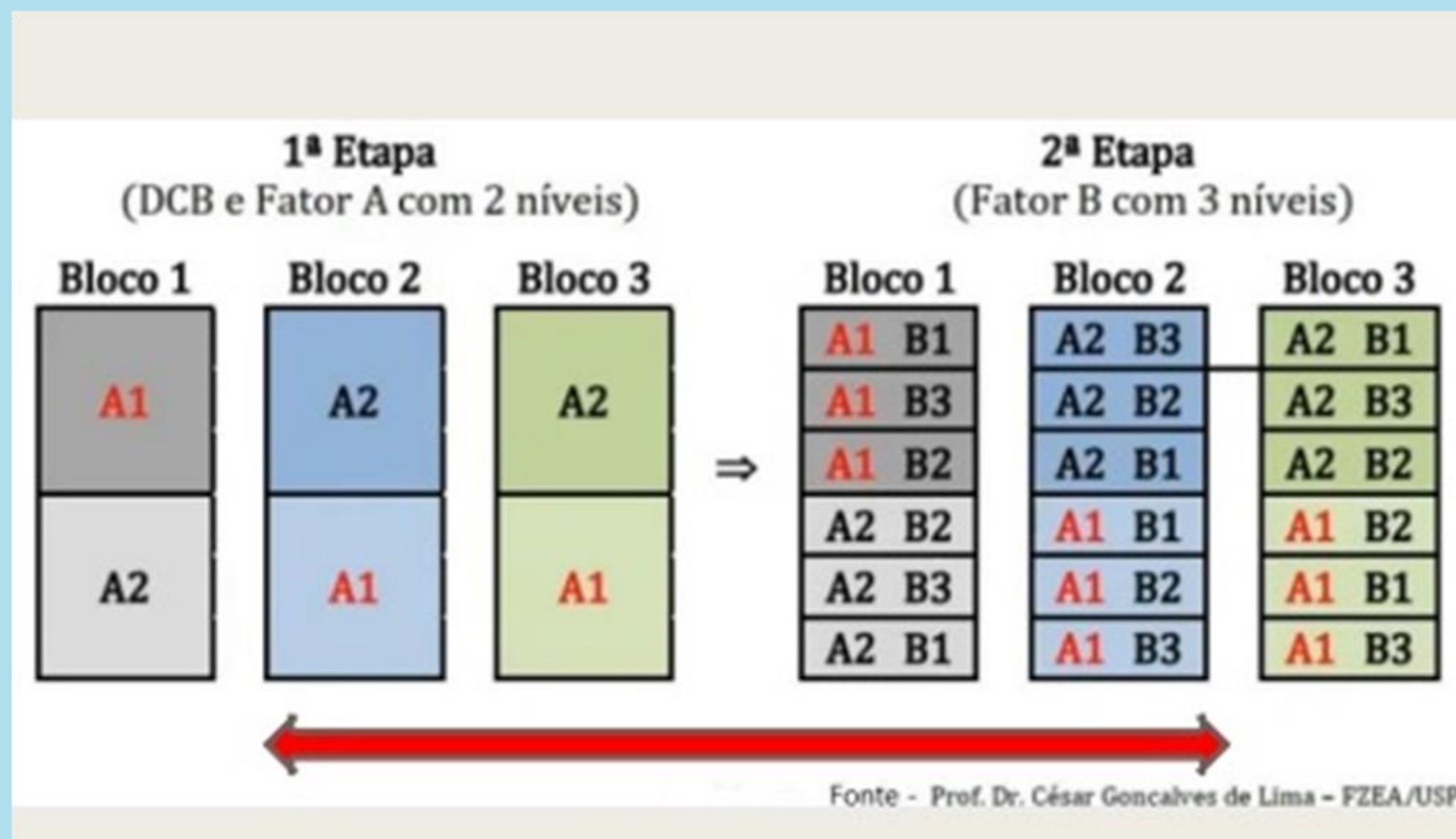
Introdução

- Tem como principal diferença, em relação ao esquema fatorial, a realização de duas casualizações (na parcela e depois na subparcela).
- Normalmente possuem dois tipos de erros (resíduos), um referente as parcelas (resíduo a) e outro as subparcelas (resíduo B).
- Parcelas subdividas: espaço x tempo.



Exemplo

Experimento em parcelas subdivididas em 2 tratamentos primários (fator A) aplicado às parcelas de acordo com um delineamento casualizado em blocos (DBC) com 3 repetições e 3 tratamentos secundários (fator B) aplicado às subparcelas.



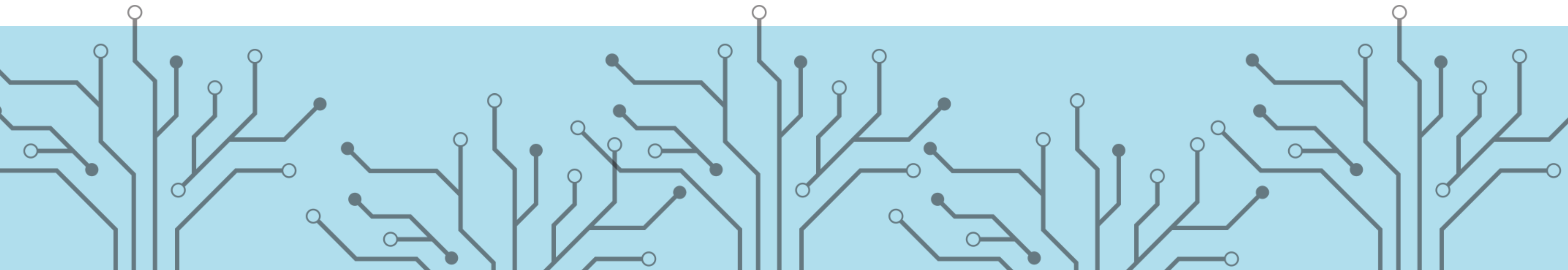
Quando utilizar?

Seu uso pode ser motivado:

- Quando a natureza do experimento não viabiliza a instalação do esquema fatorial.
- Necessidade de um maior tamanho de parcela para um dos fatores.
- Em situações quando os níveis de um dos fatores torna-se difícil de ser alocado em várias parcelas pequenas. Exemplo: avaliação de 3 variedades de gramíneas sob 3 sistemas de irrigação.
- Quando se faz várias medições em um mesmo indivíduo.
- Quando um fator é adicionado para ampliar os objetivos das pesquisas.

Vantagens

- Em comparação com experimentos fatoriais, experimentos em parcelas subdivididas são mais fáceis de instalar e/ou conduzir.
- Maior precisão na avaliação de tratamentos secundários



Desvantagens

- Estatisticamente os experimentos fatoriais são mais eficientes, sendo recomendado seu uso quando possível.
- Presença de dois ou mais resíduos.
- Diferença de sensibilidade do teste F entre o fator que está alocado na parcela e o fator alocado na subparcela.
- Para diferentes comparações entre médias de tratamentos existem diferentes resíduos, o que torna a análise mais trabalhosa.

P. subdivididas x Fatorial

SEMELHANÇAS

Estudam as interações entre dois ou mais fatores.

Podem ser instalados em qualquer delineamento (DIC, DBC, DQL).

DIFERENÇAS

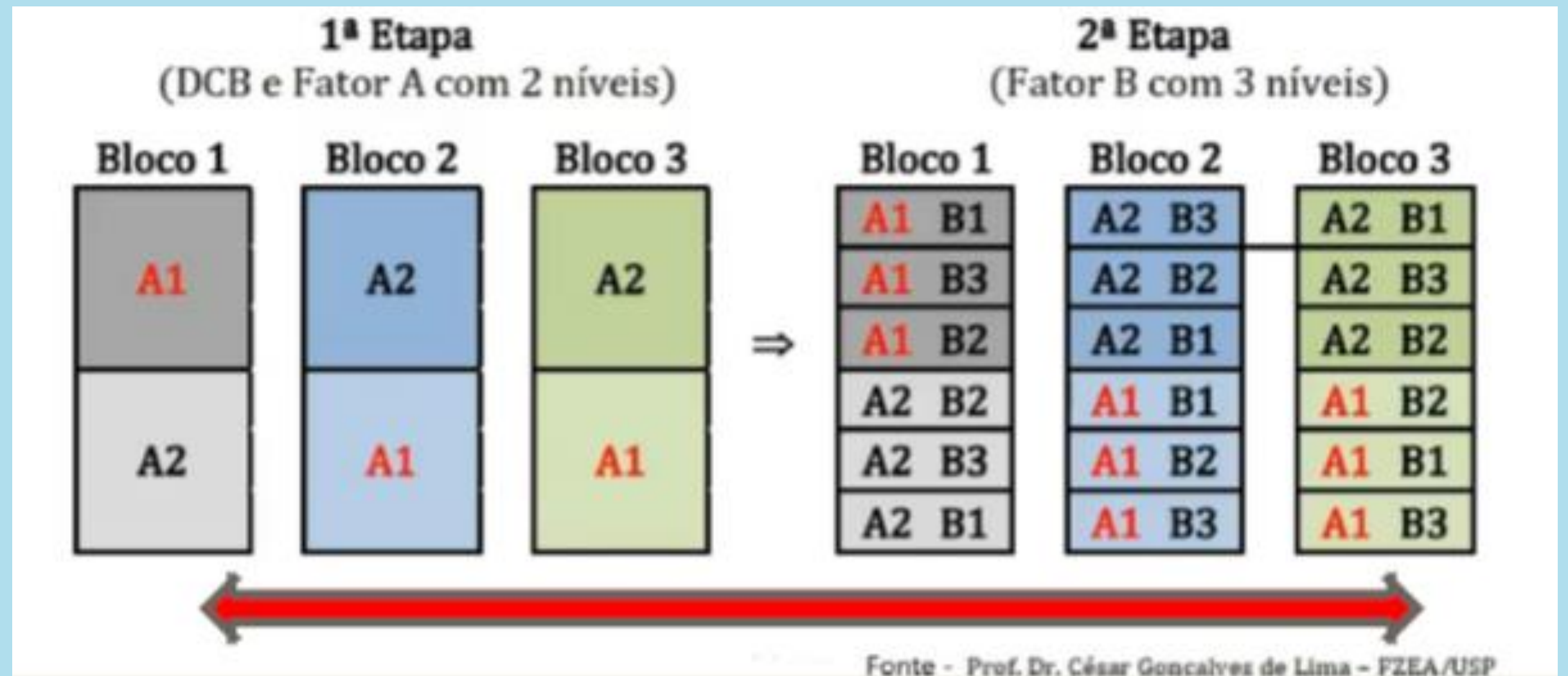
Nas subdivididas são feitas duas casualizações, sendo uma em nível de parcela e a outra em subparcelas.

Presença de 2 resíduos (A e B).

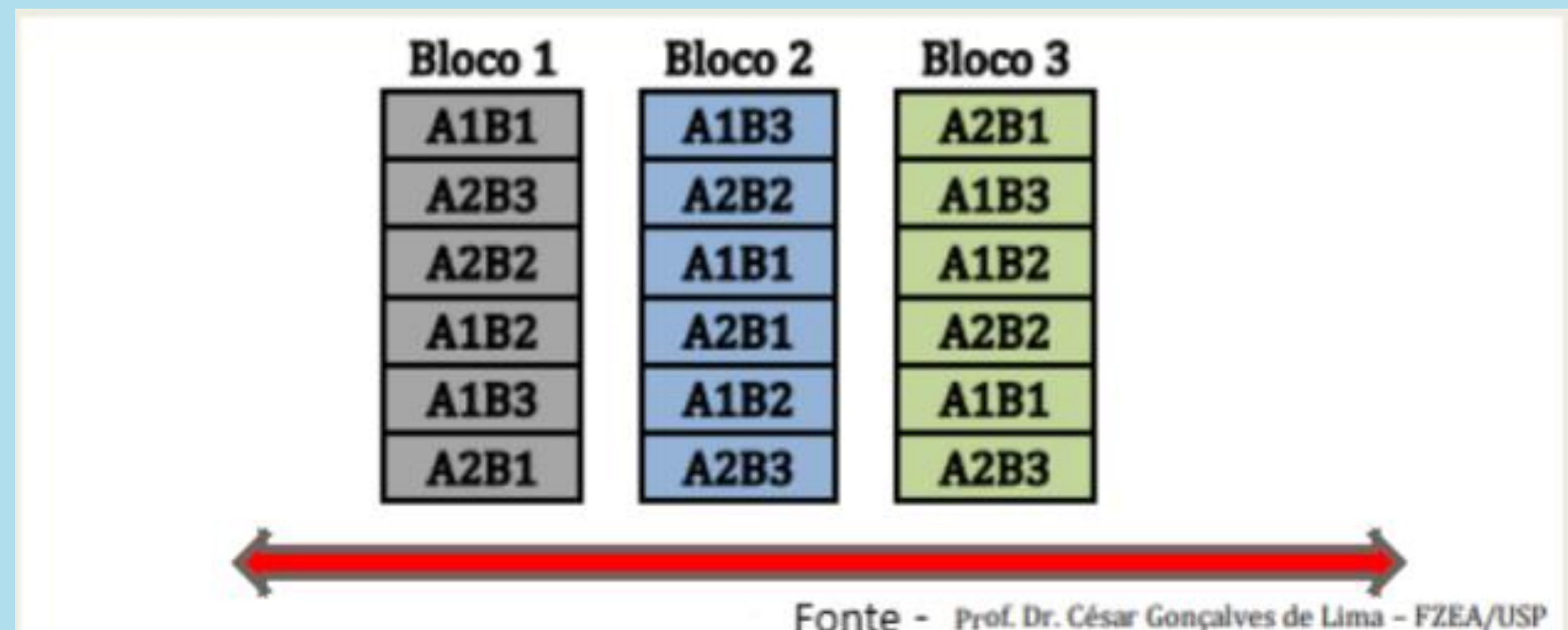
Precisão na avaliação das subparcelas.

Menor número de graus de liberdade para o resíduo.

Parcelas subdivididas

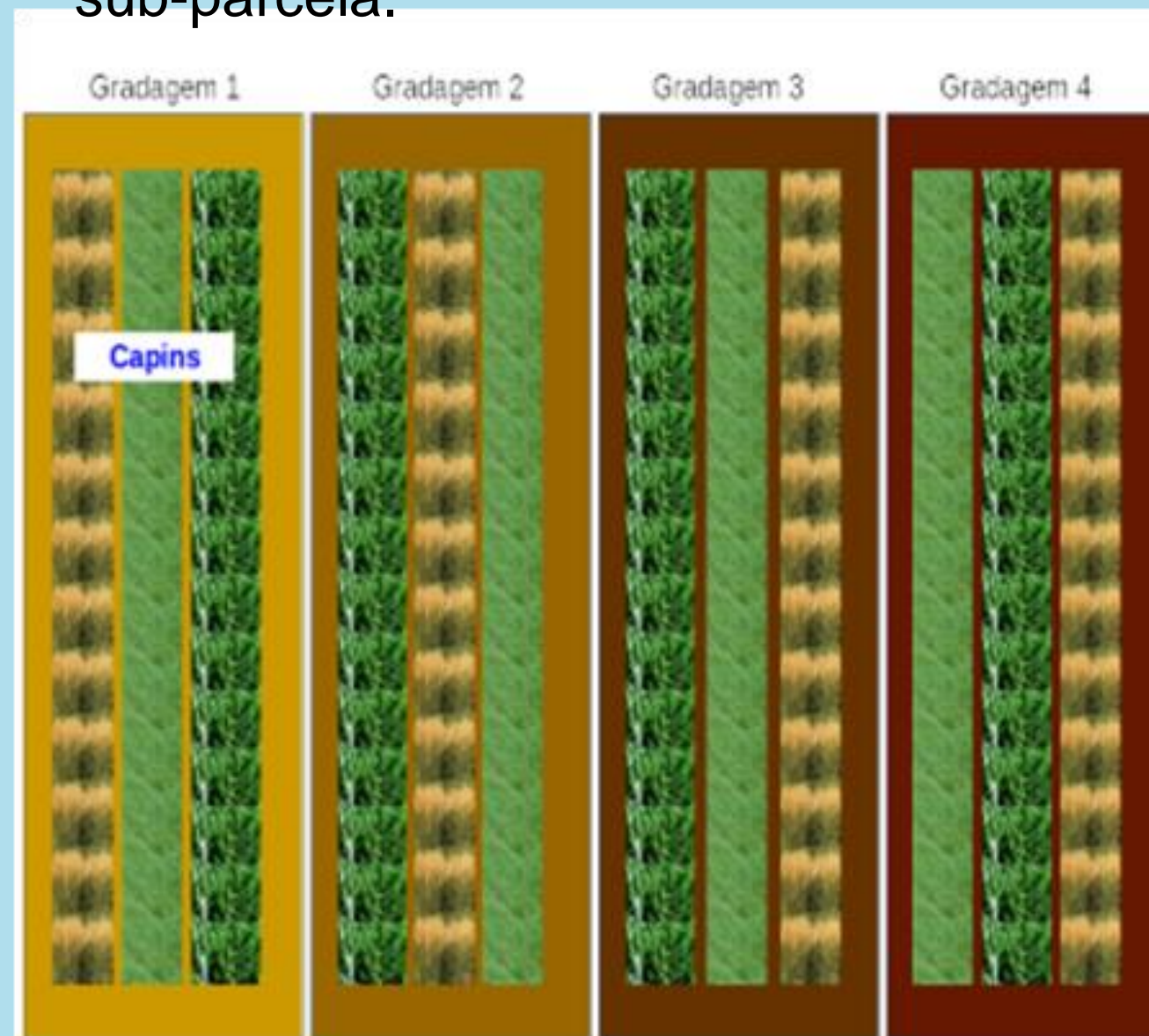


Fatorial



Parcelas subdivididas: espaço x tempo

- Em cada parcela há uma subdivisão de sua área em sub-áreas, constituindo, cada uma delas, uma sub-parcela.



- Neste caso as parcelas não se subdividem em sub-áreas, mas, periodicamente são tomados dados no tempo, constituindo estas tomadas as subparcelas.



Estudos das interações

Efeito da interação entre níveis dos fatores.

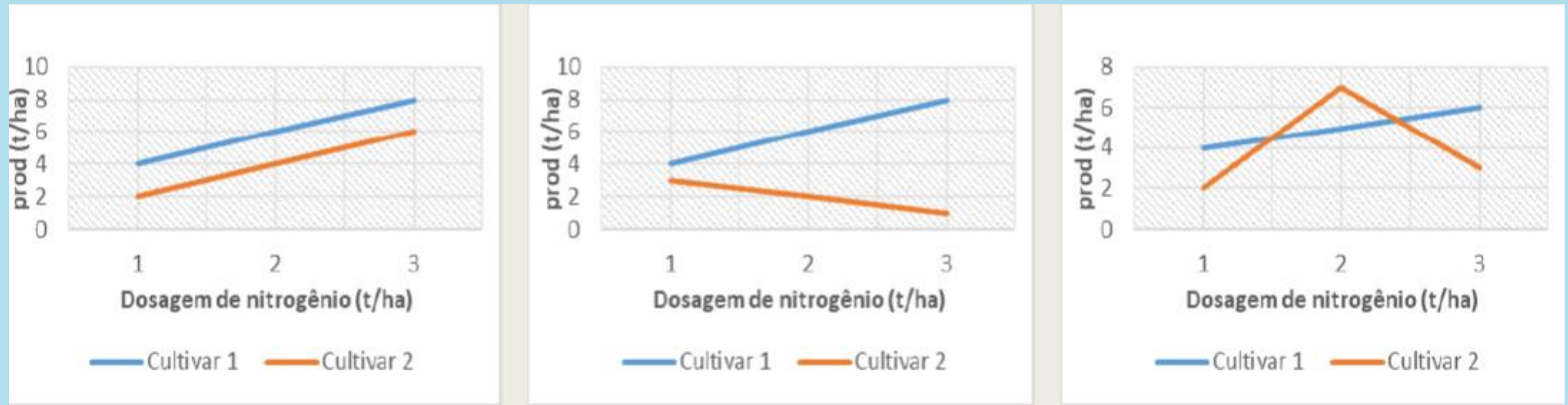
Classificação:

Efeito principal – quando o efeito de cada fator independe da influência dos outros fatores.

Efeito da interação – quando os efeitos dos níveis de um fator são modificados por níveis do outro fator.



Ex: produtividade de cultivares de milho em função de adubação nitrogenada



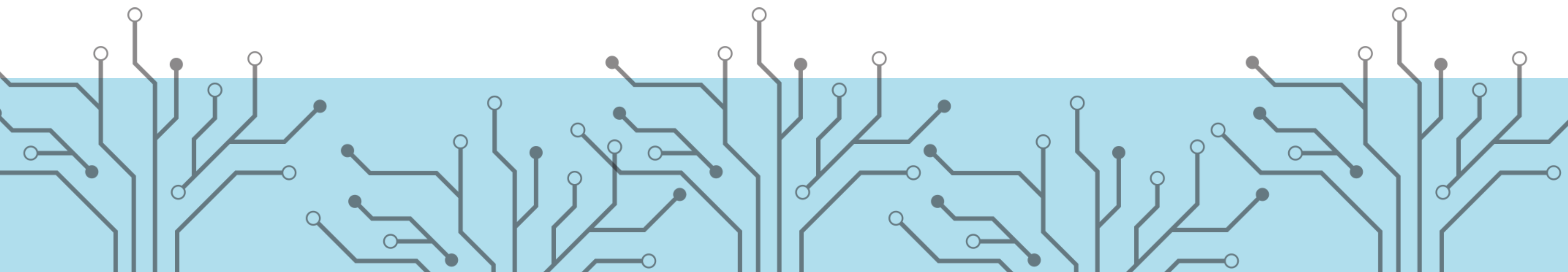
Não há interação

Interação

Interação

Estudos das interações

- Quando não há significância do efeito da interação entendemos que os fatores em estudo atuam de forma independente, ou seja, a influência de um fator não depende do outro fator em estudo.
- Quando o efeito é significativo os fatores em estudo são dependentes um do outro, portanto, não podemos estudar os efeitos isoladamente.



Modelo matemático

$$y_{ijk} = \mu + \beta_k + A_i + \gamma_{ik} + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que:

y_{ijk} é a observação feita no k -ésimo bloco, no i -ésimo tratamento primário e j -ésimo tratamento secundário;

μ é uma constante comum a todas as observações;

β_k é o efeito do k -ésimo bloco, para $k = 1, \dots, r$.

A_i é o efeito do i -ésimo tratamento primário, para $i = 1, \dots, a$.

γ_{ik} é o erro experimental associado às parcelas, $\gamma_{ik} \sim N(0, \sigma_\gamma^2)$

B_j é o efeito do j -ésimo tratamento secundário, para $j = 1, \dots, b$.

$(AB)_{ij}$ é o efeito da interação entre o i -ésimo tratamento primário e o j -ésimo tratamento secundário.

ε_{ijk} é o erro experimental associado às subparcelas, $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$

Tabulação dos dados

Considere um experimento segundo um DIC em parcelas subdivididas , sendo I parcelas (fator A) e J subparcelas (fator B), com K repetições

A coleta de dados da pesquisa pode ser resumida, num quadro:

Repetição	A1				A2				...	AI			
	B1	B2	...	BJ	B1	B2	...	BJ		B1	B2	...	BJ
1	Y_{111}	Y_{121}	...	Y_{1J1}	Y_{211}	Y_{221}	...	Y_{2J1}	...	Y_{I11}	Y_{I21}	...	Y_{IJ1}
2	Y_{112}	Y_{122}	...	Y_{1J2}	Y_{212}	Y_{222}	...	Y_{2J2}	...	Y_{I12}	Y_{I22}	...	Y_{IJ2}
...
K	Y_{11K}	Y_{12K}	...	Y_{1JK}	Y_{21K}	Y_{22K}	...	Y_{2JK}	...	Y_{I1K}	Y_{I2K}	...	Y_{IJK}
Total	$Y_{11\bullet}$	$Y_{12\bullet}$	...	$Y_{1J\bullet}$	$Y_{21\bullet}$	$Y_{22\bullet}$	...	$Y_{2J\bullet}$	...	$Y_{I1\bullet}$	$Y_{I2\bullet}$	...	$Y_{IJ\bullet}$

Parcelas: $Z = I \times K$ / **Subparcelas:** $N = I \times J \times k$

Total de parcelas: $P_z = \sum_{j=1}^J Y_{ijk}$

Tabulação dos dados

Para facilitar o calculo das somas de quadrados da analise de variância para experimentos em parcelas subdivididas, dois quadros auxiliares são elaborados:

Quadro da Parcela					
Fator A	Repetição				Totais de A
	1	2	...	K	
A1	$Y_{1.1}$	$Y_{1.2}$	...	$Y_{1.K}$	A_1
A2	$Y_{2.1}$	$Y_{2.2}$	...	$Y_{2.K}$	A_2
...
A_I	$Y_{I.1}$	$Y_{I.2}$	...	$Y_{I..}$	A_I

Quadro da Interação					
Fator A	Fator B				Totais de A_i
	1	2	...	J	
1	$(AB)_{11}$	$(AB)_{12}$	...	$(AB)_{1J}$	A_1
2	$(AB)_{21}$	$(AB)_{22}$	...	$(AB)_{2J}$	A_2
...
I	$(AB)_{I1}$	$(AB)_{I2}$	...	$(AB)_{IJ}$	A_I
Totais de B_j	B_1	B_2	...	B_J	G

Análise de variância

Quadro da ANOVA para um DIC em parcelas subdivididas sendo I parcelas (Fator A) e J subparcelas (Fator B), com K repetições

FV	GL	SQ	QM	Fcalc
Fator A	$I - 1$	SQ_A	SQ_A/GL_A	$QM_A/QM_{RES(A)}$
Resíduo A	$I(K - 1)$	$SQ_{RES(A)}$	$SQ_{RES(A)}/GL_{RES(A)}$	-
Parcela	$IK - 1$	SQ_{PARC}	-	-
Fator B	$J - 1$	SQ_B	SQ_B/GL_B	$QM_B/QM_{RES(B)}$
A × B	$(I - 1)(J - 1)$	$SQ_{A \times B}$	$SQ_{A \times B}/GL_{A \times B}$	$QM_{A \times B}/QM_{RES(B)}$
Resíduo B	$I(J - 1)(K - 1)$	$SQ_{RES(B)}$	$SQ_{RES(B)}/GL_{RES(B)}$	-
Total	$IJK - 1$	SQ_{TOTAL}	-	-

Parcelas subdivididas: Anova

■ DIC

C. Variação	g.l.	
Fator A	$(a-1)$	Parcelas
Resíduo (a)	$a(r-1)$	
(Parcelas)	$(ar-1)$	
Fator B	$(b-1)$	Subparcelas
A×B	$(a-1)(b-1)$	
Resíduo (b)	$a(r-1)(b-1)$	
Subparcelas	$abr-1$	

■ DBC

C. de Variação	g.l.	
Blocos	$(r-1)$	Parcelas
Fator A	$(a-1)$	
Resíduo (a)	$(a-1)(r-1)$	
(Parcelas)	$(ar-1)$	
Fator B	$(b-1)$	Subparcelas
A×B	$(a-1)(b-1)$	
Resíduo (b)	$a(r-1)(b-1)$	
Subparcelas	$abr-1$	

■ DQL

C. de Variação	g.l.	
Linhas	$(a-1)$	Parcelas
Colunas	$(a-1)$	
Fator A	$(a-1)$	
Resíduo (a)	$(a-1)(a-2)$	
(Parcelas)	(a^2-1)	Subparcelas
Fator B	$(b-1)$	
A×B	$(a-1)(b-1)$	
Resíduo (b)	$a(a-1)(b-1)$	
Subparcelas	a^2b-1	

■ DIC

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F_{calc}
A	$a - 1$	SQ_A	$\frac{SQ_A}{a-1}$	$\frac{QM_A}{QM_{Res(a)}}$
Resíduo(a)	$a(r - 1)$	$SQ_{Res(a)}$	$\frac{SQ_{Res(a)}}{a(r-1)}$	
(Parcelas)	$(ar - 1)$	$(SQ_{Parcelas})$		
B	$b - 1$	SQ_B	$\frac{SQ_B}{b-1}$	$\frac{QM_B}{QM_{Res(b)}}$
$A \times B$	$(a - 1)(b - 1)$	$SQ_{A \times B}$	$\frac{SQ_{A \times B}}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{QM_{A \times B}}{QM_{Res(b)}}$
Resíduo(b)	$a(r - 1)(b - 1)$	$SQ_{Res(b)}$	$\frac{SQ_{Res(b)}}{a(r-1)(b-1)}$	
Total	$abr - 1$	SQ_{Total}		

■ DBC

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F_{calc}
Blocos	$r - 1$	SQ_{Blocos}	$\frac{SQ_{Blocos}}{r-1}$	$\frac{QM_{Blocos}}{QM_{Res(a)}}$
A	$a - 1$	SQ_A	$\frac{SQ_A}{a-1}$	$\frac{QM_A}{QM_{Res(a)}}$
Resíduo(a)	$(a - 1)(r - 1)$	$SQ_{Res(a)}$	$\frac{SQ_{Res(a)}}{(a-1)(r-1)}$	
(Parcelas)	$(ar - 1)$	$(SQ_{Parcelas})$		
B	$b - 1$	SQ_B	$\frac{SQ_B}{b-1}$	$\frac{QM_B}{QM_{Res(b)}}$
$A \times B$	$(a - 1)(b - 1)$	$SQ_{A \times B}$	$\frac{SQ_{A \times B}}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{QM_{A \times B}}{QM_{Res(b)}}$
Resíduo(b)	$a(r - 1)(b - 1)$	$SQ_{Res(b)}$	$\frac{SQ_{Res(b)}}{a(r-1)(b-1)}$	
Total	$abr - 1$	SQ_{Total}		

DQL				
C.V	G.L.	S.Q.	Q.M	F _{calc}
Linhas	(a-1)	SQ _L	$\frac{SQ_L}{(a-1)}$	$\frac{QM_L}{QM_{Res(a)}}$
Colunas	(a-1)	SQ _C	$\frac{SQ_C}{(a-1)}$	$\frac{QM_C}{QM_{Res(a)}}$
Fator A	(a-1)	SQ _A	$\frac{SQ_A}{(a-1)}$	$\frac{QM_A}{QM_{Res(a)}}$
Resíduo (a)	(a-1)(a-2)	SQ _{Res(a)}	$\frac{SQ_{Res(a)}}{(a-1)(a-2)}$	
(Parcelas)	(a ² -1)	(SQ _{Parcelas})	$\frac{(SQ_{Parcelas})}{(a^2-1)}$	
Fator B	(b-1)	SQ _B	$\frac{SQ_B}{(b-1)}$	$\frac{QM_B}{QM_{Res(b)}}$
AXB	(a-1)(b-1)	SQ _{AXB}	$\frac{SQ_{AXB}}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{QM_{AXB}}{QM_{Res(b)}}$
Resíduo (b)	a(a-1)(b-1)	SQ _{Res(b)}	$\frac{SQ_{Res(b)}}{a(a-1)(b-1)}$	
Subparcelas	a ² b-1	(SQ _{Subparcelas})	$\frac{(SQ_{Subparcelas})}{a^2b-1}$	

Análise de variância

- A aceitação de H_0 , para interação significa que os fatores atuam independentemente. Nesse caso, é preciso estudar os fatores isoladamente.
- A rejeição de H_0 , para interação significa que os fatores NÃO atuam independentemente. Nesse caso, não se deve estudar os fatores isoladamente.
- Nos fatores qualitativos, deve-se proceder a comparação dos níveis de um fator (teste de média) dentro de cada nível do outro fator.

Teste de hipótese

- Primeiramente, nas parcelas subdivididas, costuma-se testar a significância entre os fatores. Em uma análise com dois fatores tem-se:

H_0 : $(\tau\beta)_{ij} = 0$ para todo i, j -> não há interação entre os fatores

H_1 : Pelo menos um $(\tau\beta)_{ij} \neq 0$ -> há interação entre os fatores

- Teste F para avaliar a interação entre fatores : $F = QM(A \times B) / QMResiduo(b)$
- Caso a interação **seja** significativa recomenda-se realizar o desdobramento da interação

Teste de hipótese

- Caso a interação **não seja** significativa testa-se os efeitos principais

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots \tau_a = 0$$

-> Não há diferença entre os tratamentos

$$H_1 : \text{Pelo menos um } \tau_i \neq 0$$

-> Há diferença entre os tratamentos

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots \beta_b = 0$$

$$H_1 : \text{Pelo menos um } \beta_j \neq 0$$

- Teste F para avaliar o efeito de cada fator: $F = QM(A)/QMResiduo(A)$
 $F = QM(B)/QMResiduo(B)$

Análise de variância

1) Quando não há interação:

Fator A

$$\Delta = q \cdot \sqrt{\frac{QM_{RES(A)}}{JK}} \quad I, GL_{RES(A)}$$

$$D_i = z_i \cdot \sqrt{\frac{QM_{RES(A)}}{JK}} \quad n_i, GL_{RES(A)}$$

Fator B

$$\Delta = q \cdot \sqrt{\frac{QM_{RES(B)}}{IK}} \quad J, GL_{RES(B)}$$

$$D_i = z_i \cdot \sqrt{\frac{QM_{RES(B)}}{IK}} \quad n_i, GL_{RES(B)}$$

Desdobramentos

- Com a hipótese H_0 rejeitada, podemos dizer que a interação é significativa.
- Os efeitos dos fatores atuam de forma dependente, ou seja, o efeito de um fator depende do nível do outro fator.
- Não é recomendado realizar o teste F de maneira isolada quando a interação é significativa.
- Construção de nova tabela ANOVA.

➤ A/B

Análise de variância para o desdobramento do fator B dentro de cada nível A.

C.V.	G.L.	S.Q	Q.M.	F_{cal}
A	$a - 1$	SQ_A	$QM_A = \frac{SQ_A}{a-1}$	$F_{calc} = \frac{QM_A}{QM_{Res(a)}}$
$B|A_1$	$b - 1$	$SQ_{B|A_1}$	$QM_{B|A_1} = \frac{SQ_{B|A_1}}{b-1}$	$F_{cal} = \frac{QM_{B|A_1}}{QM_{Res(b)}}$
$B|A_2$	$b - 1$	$SQ_{B|A_2}$	$QM_{B|A_2} = \frac{SQ_{B|A_2}}{b-1}$	$F_{cal} = \frac{QM_{B|A_2}}{QM_{Res(b)}}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
$B|A_j$	$b - 1$	$SQ_{B|A_j}$	$QM_{B|A_j} = \frac{SQ_{B|A_j}}{b-1}$	$F_{cal} = \frac{QM_{B|A_j}}{QM_{Res(b)}}$
Res(b)	$ab(n - 1)$	$SQ_{Res(b)}$	$QM_{Res(b)} = \frac{SQ_{Res(b)}}{ab(n-1)}$	-
Total	SQ_{Total}	$abn - 1$	-	-

➤ B/A

Análise de variância para o desdobramento do fator A dentro de cada nível B.

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F_{cal}
B	$b - 1$	SQ_B	$QM_B = \frac{SQ_B}{b-1}$	$F_{calc} = \frac{QM_B}{QM_{Res(b)}}$
$A|B_1$	$a - 1$	$SQ_{A|B_1}$	$QM_{A|B_1} = \frac{SQ_{A|B_1}}{a-1}$	$F_{cal} = \frac{QM_{A|B_1}}{QM_{ResComb}}$
$A|B_2$	$a - 1$	$SQ_{A|B_2}$	$QM_{A|B_2} = \frac{SQ_{A|B_2}}{a-1}$	$F_{cal} = \frac{QM_{A|B_2}}{QM_{ResComb}}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
$A|B_j$	$a - 1$	$SQ_{A|B_j}$	$QM_{A|B_j} = \frac{SQ_{A|B_j}}{a-1}$	$F_{cal} = \frac{QM_{A|B_j}}{QM_{ResComb}}$
ResComb	n^*	$SQ_{ResComb}$	$QM_{ResComb} = \frac{SQ_{ResComb}}{n^*}$	-
Total	SQ_{Total}	$abn - 1$	-	-

- O valor do QM do resíduo combinado é dado por

$$QM_{ResComb} = \frac{QM_{Res(a)} + (b - 1)QM_{Res(b)}}{b}$$

- O número de GL do resíduo combinado é obtido através da fórmula de Satterwhaite:

$$n^* = \frac{[QM_{Res(a)} + (b - 1)QM_{Res(b)}]^2}{\frac{[QM_{Res(a)}]^2}{GL_{Res(a)}} + \frac{[(b-1)QM_{Res(b)}]^2}{GL_{Res(b)}}}$$

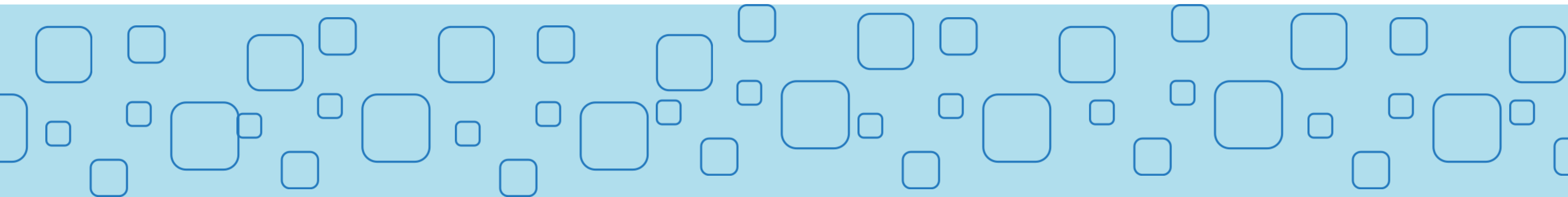
- Não há resíduo combinado para A/B.
- Após a construção das novas ANOVAS, realiza-se o teste F para testar as hipóteses dos níveis.
- Realizar o teste de Tukey nos níveis em que se admita a diferença (H_0 rejeitada).

Experimento em faixas



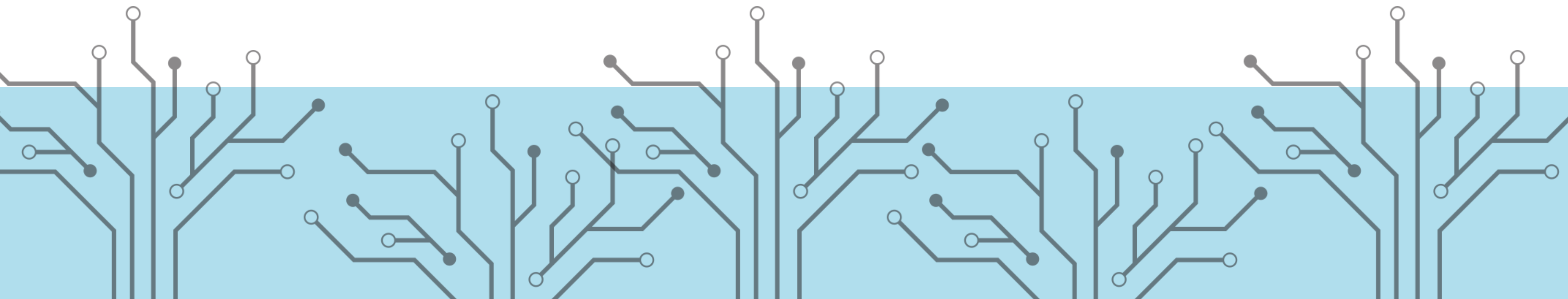
Introdução

- Similar as parceladas subdivididas.
- É utilizada quando os métodos de experimentação não são viáveis para instalar um delineamento fatorial ou parcelas subdivididas.
- Também são estudados simultaneamente dois ou mais fatores.



Semelhanças: Permite a aplicação de fatores que não podem ser usados em parcelas pequenas, similar as parcelas subdivididas.

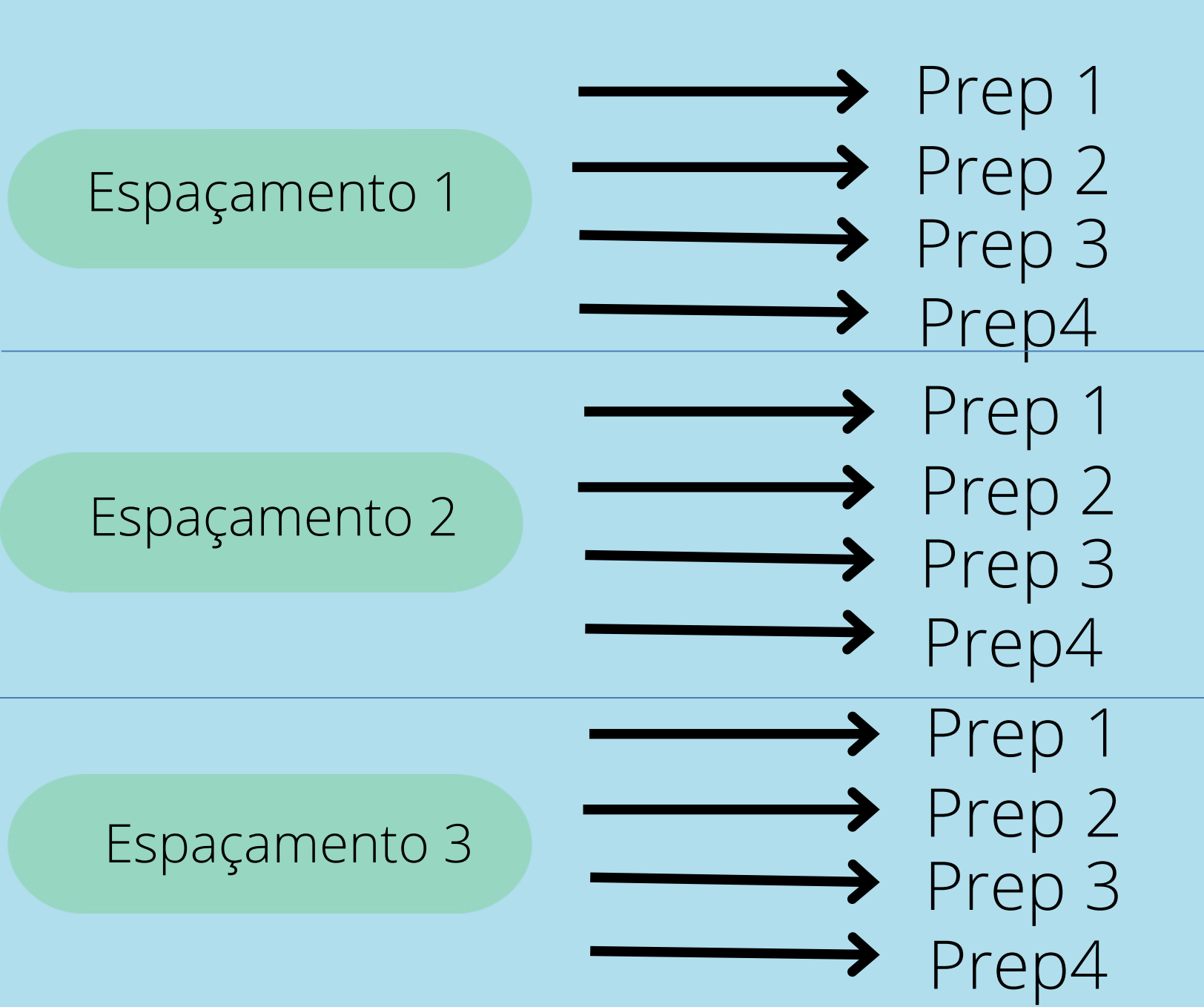
Diferenças: Restrição na casualização, presença de 3 erros residuais (A, B e C), menor precisão na avaliação de efeitos (teste de hipóteses), menor número de graus de liberdade associados aos resíduos.



Experimento em faixas

Fator A
(espaçamento)

Fator B
(Preparo do solo)



Bloco 1		
Espaç 2	Espaç 1	Espaç 3
Prep 3		
Prep 4		
Prep 1		
Prep 2		

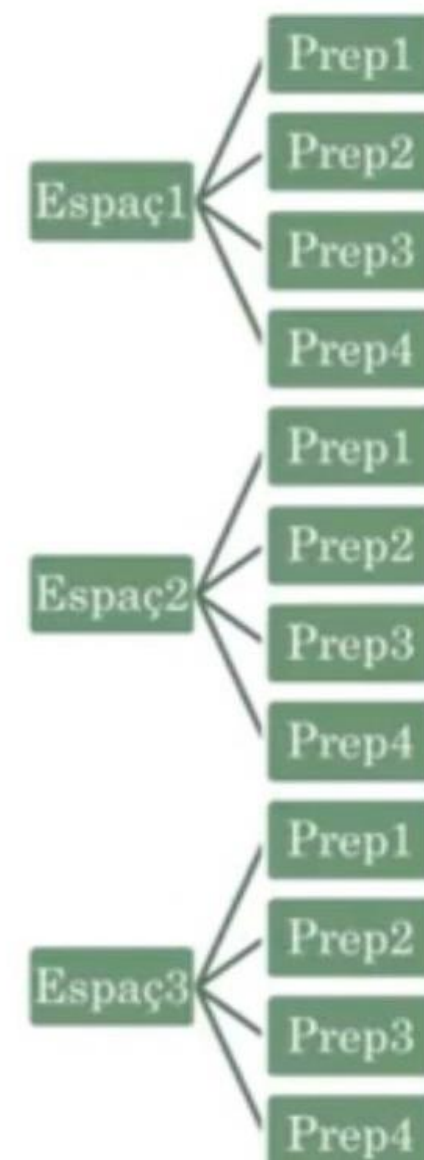
Experimento em faixas

EXPERIMENTOS EM FAIXAS

Esquema fatorial 3x3

Fator A
(Espaçamento)

Fator B
(Preparo de solo)



FA	FB	Bloco	y
1	1	1	93
1	2	1	92
1	3	1	61
1	4	1	77
2	1	1	94
2	2	1	84
2	3	1	78
2	4	1	72
3	1	1	101
3	2	1	118
3	3	1	77
3	4	1	90
1	1	2	102
1	2	2	93
1	3	2	70
1	4	2	86
2	1	2	97
2	2	2	104
2	3	2	78
2	4	2	83
3	1	2	114
3	2	2	114
3	3	2	91
3	4	2	94
1	1	3	105
1	2	3	101
1	3	3	76
1	4	3	86
2	1	3	94
2	2	3	104
2	3	3	82
2	4	3	89
3	1	3	120
3	2	3	127
3	3	3	87
3	4	3	94

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos		
		1	2	3
1	1	93	102	105
1	2	92	93	101
1	3	61	70	76
1	4	77	86	86
2	1	94	97	94
2	2	84	104	104
2	3	78	78	82
2	4	72	83	89
3	1	101	114	120
3	2	118	114	127
3	3	77	91	87
3	4	90	94	94

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2			
A	2			
Residuo a	4			
B	3			
Residuo b	6			
A x B	6			
Residuo c	12			
Total	35			

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos		
		1	2	3
1	1	93	102	105
1	2	92	93	101
1	3	61	70	76
1	4	77	86	86
2	1	94	97	94
2	2	84	104	104
2	3	78	78	82
2	4	72	83	89
3	1	101	114	120
3	2	118	114	127
3	3	77	91	87
3	4	90	94	94
Soma		1037	1126	1165
		Total 3328		

$$SQ_{Bloco} = \frac{1037^2 + 1126^2 + 1165^2}{12} - \frac{3328^2}{36}$$

$$SQ_{Blocos} = 717.4$$

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	717.4		
A	2			
Residuo a	4			
B	3			
Residuo b	6			
A x B	6			
Residuo c	12			
Total	35			

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos			soma
		1	2	3	
1	1	93	102	105	300
1	2	92	93	101	286
1	3	61	70	76	207
1	4	77	86	86	249
2	1	94	97	94	285
2	2	84	104	104	292
2	3	78	78	82	238
2	4	72	83	89	244
3	1	101	114	120	335
3	2	118	114	127	359
3	3	77	91	87	255
3	4	90	94	94	278

Fator B	Fator A			soma
	1	2	3	
1	300	285	335	920
2	286	292	359	937
3	207	238	255	700
4	249	244	278	771
soma	1042	1059	1227	3328

$SQ_A = \frac{1042^2 + 1059^2 + 1227^2}{12} - \frac{3328^2}{36}$

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	717.4		
A	2			
Residuo a	4			
B	3			
Residuo b	6			
A x B	6			
Residuo c	12			
Total	35			

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos			soma
		1	2	3	
1	1	93	102	105	300
1	2	92	93	101	286
1	3	61	70	76	207
1	4	77	86	86	249
2	1	94	97	94	285
2	2	84	104	104	292
2	3	78	78	82	238
2	4	72	83	89	244
3	1	101	114	120	335
3	2	118	114	127	359
3	3	77	91	87	255
3	4	90	94	94	278

Fator B	Fator A			soma
	1	2	3	
1	300	285	335	920
2	286	292	359	937
3	207	238	255	700
4	249	244	278	771
soma	1042	1059	1227	3328

$$SQ_B = \frac{920^2 + 937^2 + \dots + 771^2}{9} - \frac{3328^2}{36}$$

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	717.4		
A	2	1742.7		
Residuo a	4			
B	3			
Residuo b	6			
A x B	6			
Residuo c	12			
Total	35			

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos			soma
		1	2	3	
1	1	93	102	105	300
1	2	92	93	101	286
1	3	61	70	76	207
1	4	77	86	86	249
2	1	94	97	94	285
2	2	84	104	104	292
2	3	78	78	82	238
2	4	72	83	89	244
3	1	101	114	120	335
3	2	118	114	127	359
3	3	77	91	87	255
3	4	90	94	94	278

Fator B	Fator A			soma
	1	2	3	
1	300	285	335	920
2	286	292	359	937
3	207	238	255	700
4	249	244	278	771
soma	1042	1059	1227	3328

$$SQ_{A \times B} = SQ_{Trat} - SQ_A - SQ_B$$

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	717.4		
A	2	1742.7		
Residuo a	4			
B	3	4434.9		
Residuo b	6			
A x B	6			
Residuo c	12			
Total	35			

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos			soma
		1	2	3	
1	1	93	102	105	300
1	2	92	93	101	286
1	3	61	70	76	207
1	4	77	86	86	249
2	1	94	97	94	285
2	2	84	104	104	292
2	3	78	78	82	238
2	4	72	83	89	244
3	1	101	114	120	335
3	2	118	114	127	359
3	3	77	91	87	255
3	4	90	94	94	278

Fator B	Fator A			soma
	1	2	3	
1	300	285	335	920
2	286	292	359	937
3	207	238	255	700
4	249	244	278	771
soma	1042	1059	1227	3328

$$SQ_{A \times B} = SQ_{Trat} - SQ_A - SQ_B$$

$$SQ_{Trat} = \frac{300^2 + 285^2 + \dots + 278^2}{3} - \frac{3328^2}{36} = 6588.2$$

$$SQ_{A \times B} = SQ_{Trat} - SQ_A - SQ_B = 410.6$$

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	717.4		
A	2	1742.7		
Residuo a	4			
B	3	4434.9		
Residuo b	6			
A x B	6	410.6		
Residuo c	12			
Total	35			

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos		
		1	2	3
1	1	93	102	105
1	2	92	93	101
1	3	61	70	76
1	4	77	86	86
2	1	94	97	94
2	2	84	104	104
2	3	78	78	82
2	4	72	83	89
3	1	101	114	120
3	2	118	114	127
3	3	77	91	87
3	4	90	94	94

Bloco	Fator A			soma
	1	2	3	
1	323	351	368	1042
2	328	362	369	1059
3	386	413	428	1227
soma	1037	1126	1165	3328

$$SQ_{A \times B} = SQ_{Trat} - SQ_A - SQ_B$$

$$SQ_{ResiduoA} = SQ_{A.Bloco} - SQ_A - SQ_{Bloco}$$

$$SQ_{A.Bloco} = \frac{323^2 + 351^2 + \dots + 428^2}{4} - \frac{3328^2}{36}$$

$$SQ_{ResiduoA} = SQ_{A.Bloco} - SQ_A - SQ_{Bloco} = 7.8$$

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	717.4		
A	2	1742.7		
Residuo a	4	7.8		
B	3	4434.9		
Residuo b	6			
A x B	6	410.6		
Residuo c	12			
Total	35			

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos			Bloco	Fator B				soma
		1	2	3		1	2	3	4	
1	1	93	102	105	1	288	294	216	239	1037
1	2	92	93	101	2	313	311	239	263	1126
1	3	61	70	76	3	319	332	245	269	1165
1	4	77	86	86	soma	920	937	700	771	3328
2	1	94	97	94						
2	2	84	104	104						
2	3	78	78	82						
2	4	72	83	89						
3	1	101	114	120						
3	2	118	114	127						
3	3	77	91	87						
3	4	90	94	94						

$$SQ_{ResiduoB} = SQ_{B.Bloco} - SQ_B - SQ_{Bloco}$$

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	717.4		
A	2	1742.7		
Residuo a	4	7.8		
B	3	4434.9		
Residuo b	6			
A x B	6	410.6		
Residuo c	12			
Total	35			

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos		
		1	2	3
1	1	93	102	105
1	2	92	93	101
1	3	61	70	76
1	4	77	86	86
2	1	94	97	94
2	2	84	104	104
2	3	78	78	82
2	4	72	83	89
3	1	101	114	120
3	2	118	114	127
3	3	77	91	87
3	4	90	94	94

Bloco	Fator B				soma
	1	2	3	4	
1	288	294	216	239	1037
2	313	311	239	263	1126
3	319	332	245	269	1165
soma	920	937	700	771	3328

$$SQ_{ResiduoB} = SQ_{B.Bloco} - SQ_B - SQ_{Bloco}$$

$$SQ_{B.Bloco} = \frac{288^2 + 294^2 + \dots + 269^2}{3} - \frac{3328^2}{36} = 5180.9$$

$$SQ_{ResiduoB} = SQ_{B.Bloco} - SQ_B - SQ_{Bloco} = 28.6$$

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	717.4		
A	2	1742.7		
Residuo a	4	7.8		
B	3	4434.9		
Residuo b	6	28.6		
A x B	6	410.6		
Residuo c	12			
Total	35			

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos		
		1	2	3
1	1	93	102	105
1	2	92	93	101
1	3	61	70	76
1	4	77	86	86
2	1	94	97	94
2	2	84	104	104
2	3	78	78	82
2	4	72	83	89
3	1	101	114	120
3	2	118	114	127
3	3	77	91	87
3	4	90	94	94

$$SQ_{Total} = \frac{93^2 + 102^2 + \dots + 94^2}{1} - \frac{3328^2}{36}$$

$$SQ_{Total} = 7706.9$$

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	717.4		
A	2	1742.7		
Residuo a	4	7.8		
B	3	4434.9		
Residuo b	6	28.6		
A x B	6	410.6		
Residuo c	12			
Total	35	7706.9		

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos		
		1	2	3
1	1	93	102	105
1	2	92	93	101
1	3	61	70	76
1	4	77	86	86
2	1	94	97	94
2	2	84	104	104
2	3	78	78	82
2	4	72	83	89
3	1	101	114	120
3	2	118	114	127
3	3	77	91	87
3	4	90	94	94

$$SQ_{Total} = \frac{93^2 + 102^2 + \dots + 94^2}{1} - \frac{3328^2}{36}$$

$$SQ_{Total} = 7706.9$$

$$SQ_{Residuo_C} = SQ_{Total} - SQ_{Bloco} - SQ_A - SQ_{Residuo_A} - SQ_B - SQ_{Residuo_B} - SQ_{A \times B}$$

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	717.4	358.7	
A	2	1742.7	871.4	
Residuo a	4	7.8	1.94	
B	3	4434.9	1478.3	
Residuo b	6	28.6	4.8	
A x B	6	410.6	68.4	
Residuo c	12	364.9	30.4	
Total	35	7706.9		

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos		
		1	2	3
1	1	93	102	105
1	2	92	93	101
1	3	61	70	76
1	4	77	86	86
2	1	94	97	94
2	2	84	104	104
2	3	78	78	82
2	4	72	83	89
3	1	101	114	120
3	2	118	114	127
3	3	77	91	87
3	4	90	94	94

$$SQ_{Total} = \frac{93^2 + 102^2 + \dots + 94^2}{1} - \frac{3328^2}{36}$$

$$SQ_{Total} = 7706.9$$

$$SQ_{Residuo_C} = SQ_{Total} - SQ_{Bloco} - SQ_A - SQ_{Residuo_A} - SQ_B - SQ_{Residuo_B} - SQ_{A \times B}$$

FV	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	717.4	358.7	—
A	2	1742.7	871.4	449.2
Residuo a	4	7.8	1.94	—
B	3	4434.9	1478.3	309.9
Residuo b	6	28.6	4.8	—
A x B	6	410.6	68.4	2.3
Residuo c	12	364.9	30.4	
Total	35	7706.9		

Experimento em faixas

Modelo matemático

$$Y_{ikj} = m + \alpha_i + b_j + (ab)_{ij} + \beta_k + (\beta b)_{kj} + (\alpha\beta)_{ik} + e_{ikj}$$

em DBC

Y_{ikj} = valor observado do i-ésimo nível do tratamento (A), no k-ésimo nível do tratamento (B), no j-ésimo bloco;

m = média geral;

α_i = efeito do i-ésimo nível do tratamento (A);

b_j = efeito aleatório do j-ésimo bloco;

$(ab)_{ij}$ = efeito aleatório da interação do i-ésimo nível do tratamento (A) com o j-ésimo bloco;

β_k = efeito do k-ésimo nível do tratamento (B);

$(\beta b)_{kj}$ = efeito aleatório da interação do k-ésimo nível do tratamento (B) com o j-ésimo bloco;

$(\alpha\beta)_{ik}$ = efeito da interação do i-ésimo nível do tratamento (A) com o k-ésimo nível do tratamento (B);

e_{ikj} = efeito aleatório da interação do i-ésimo nível do tratamento (A), com o k-ésimo nível do tratamento (B), no j-ésimo bloco.

Experimento em faixas

Anova

em DBC

F. V.	GL	$SQ^{1/}$	QM	F
Blocos (R)	$r-1$	SQ_R	Q_1	Q_1/Q_3
Fator A	$a-1$	SQ_A	Q_2	Q_2/Q_3
Erro a (A x R)	$(a-1)(r-1)$	SQ_{Ra}	Q_3	--
Fator B	$b-1$	SQ_B	Q_4	Q_4/Q_6
Erro b (R x B)	$(b-1)(r-1)$	SQ_{Rb}	Q_5	--
Int. A x B	$(a-1)(b-1)$	SQ_{AB}	Q_6	Q_6/Q_7
Erro c (A x B x R)	$(a-1)(b-1)(r-1)$	SQ_{Rc}	Q_7	--
Total	$abr-1$	SQ_{Total}	--	--

Experimento em faixas

FV	GL	SQ	QM	F	F _{tab} ($\alpha=0.05$)
Bloco	2	717.4	358.7	—	—
A	2	1742.7	871.4	449.2	6.94
Residuo a	4	7.8	1.94	—	—
B	3	4434.9	1478.3	309.9	4.76
Residuo b	6	28.6	4.8	—	—
A x B	6	410.6	68.4	2.3	3.00
Residuo c	12	364.9	30.4	—	—
Total	35	7706.9			

t_k

Testes de hipóteses:

Ho: Não há diferença entre os níveis do fator A

Ha: Pelo menos um nível do fator A se difere dos demais

Ho: Não há diferença entre os níveis do fator B

Ha: Pelo menos um nível do fator B se difere dos demais

Ho: Não há interação significativa entre os níveis do fator A e o fator B

Ha: Há interação significativa entre os níveis do fator A e o fator B

Experimento em faixas

FatorA	FatorB	Blocos		
		1	2	3
1	1	93	102	105
1	2	92	93	101
1	3	61	70	76
1	4	77	86	86
2	1	94	97	94
2	2	84	104	104
2	3	78	78	82
2	4	72	83	89
3	1	101	114	120
3	2	118	114	127
3	3	77	91	87
3	4	90	94	94

Fator B	Fator A			soma
	1	2	3	
1	300	285	335	920
2	286	292	359	937
3	207	238	255	700
4	249	244	278	771
soma	1042	1059	1227	3328

Fator A	Media
A3	102.3
A2	88.3
A1	86.8

FV	GL	SQ	QM	F	F _{tab} (α=0.05)
Bloco	2	717.4	358.7	—	—
A	2	1742.7	871.4	449.2	6.94
Residuo a	4	7.8	1.94	—	—
B	3	4434.9	1478.3	309.9	4.76
Residuo b	6	28.6	4.8	—	—
A x B	6	410.6	68.4	2.3	3.00
Residuo c	12	364.9	30.4	—	—
Total	35	7706.9	—	—	—

Fator A	Media
A3	102.3
A2	88.3
A1	86.8

$$DMS_{tukey} = q(\alpha, NumMédias, glres) \sqrt{\frac{QMRes}{n^{rep}}}$$

$$DMS_{tukey} = q(\alpha = 0.05, NumMédias = 3, glres = 4) \sqrt{\frac{1.94}{12}} = 2.03$$

$$DMS_{tukey} = q(\alpha = 0.05, NumMédias = 4, glres = 6) \sqrt{\frac{4.8}{9}} = 3.6$$

Fator A	Media
A3	102.3 a
A2	88.3 b
A1	86.8 b

FatorB	Medias
A2	104.1 a
A1	102.2 a
A4	85.7 b
A3	77.8 c

FV	GL	SQ	QM	F	F _{tab} (α=0.05)
Bloco	2	717.4	358.7	—	—
A	2	1742.7	871.4	449.2	6.94
Residuo a	4	7.8	1.94	—	—
B	3	4434.9	1478.3	309.9	4.76
Residuo b	6	28.6	4.8	—	—
A x B	6	410.6	68.4	2.3	3.00
Residuo c	12	364.9	30.4	—	—
Total	35	7706.9	—	—	—

Experimento em faixas

Caso a interação seja significativa:

FV	FV	SQ	QM	F	Fcalc
A/B1					
A/B2					
A/B3					
A/B4					
Resíduo combinado (a,c)					

Fator B	Fator A			soma
	1	2	3	
1	300	285	335	920
2	286	292	359	937
3	207	238	255	700
4	249	244	278	771
soma	1042	1059	1227	3328

$$QMres_{\text{médio}(a,c)} = \frac{QMres_a + (b-1)QMres_c}{b}$$
$$n' = \frac{[QMres_a + (b-1)QMres_c]^2}{\frac{QMres_a^2}{GLres_a} + \frac{[(b-1)QMres_c]^2}{GLres_c}}$$

FV	FV	SQ	QM	F
A/B1	2	438.9	219.4	9.4
A/B2	2	1094.9	547.4	23.5
A/B3	2	394.9	197.4	8.5
A/B4	2	224.7	112.3	4.8
Residuo combinado (a,b)	12.50	291.1	23.3	

Experimento em faixas

Fatorial x Subdividida x Faixas

Fatorial

E1P2
E2P3
E1P3
E1P1
E2P1
E2P2

Subdividida

E1P3
E1P1
E1P2
E2P2
E2P1
E2P3

Faixas

E2P2	E1P2
E2P1	E1P1
E2P3	E1P3

Experimento em faixas

Comparação com fatorial e parcela subdividida

Quadro da análise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	717.4	358.69	19.665	0.0000127
F1	2	1742.7	871.36	47.772	0.0000000
F2	3	4434.9	1478.30	81.047	0.0000000
F1*F2	6	410.6	68.44	3.752	0.0100804
Resíduo	22	401.3	18.24		
Total	35	7706.9			

\$'Quadro da análise de variancia\n

	GL	SQ	QM	Fc	Pr(>Fc)
F1	2	1742.7	871.36	448.13	2e-05 ***
Bloco	2	717.4	358.69	184.47	0.000115 ***
Erro a	4	7.8	1.94		
F2	3	4434.9	1478.30	67.62	< 2.2e-16 ***
F1*F2	6	410.6	68.44	3.13	0.027890 *
Erro b	18	393.5	21.86		
Total	35	7706.9			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

\$'Quadro da análise de variancia\n

	GL	SQ	QM	Fc	Pr(>Fc)
Bloco	2	717.4	358.69	-15.14	1.0000
F1	2	1742.7	871.36	448.13	2e-05 ***
Erro a	4	7.8	1.94		
F2	3	4434.9	1478.30	310.01	1e-06 ***
Erro b	6	28.6	4.77		
F1*F2	6	410.6	68.44	2.25	0.1092
Erro c	12	364.9	30.41		
Total	35	7706.9			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Comparação com fatorial e parcela subdividida

Quadro da análise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	717.4	358.69	19.665	0.0000127
F1	2	1742.7	871.36	47.772	0.0000000
F2	3	4434.9	1478.30	81.047	0.0000000
F1*F2	6	410.6	68.44	3.752	0.0100804
Resíduo	22	401.3	18.24		
Total	35	7706.9			

\$'Quadro da análise de variancia\n

	GL	SQ	QM	Fc	Pr(>Fc)
F1	2	1742.7	871.36	448.13	2e-05 ***
Bloco	2	717.4	358.69	184.47	0.000115 ***
Erro a	4	7.8	1.94		
F2	3	4434.9	1478.30	67.62	< 2.2e-16 ***
F1*F2	6	410.6	68.44	3.13	0.027890 *
Erro b	18	393.5	21.86		
Total	35	7706.9			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

\$'Quadro da análise de variancia\n

	GL	SQ	QM	Fc	Pr(>Fc)
Bloco	2	717.4	358.69	-15.14	1.0000
F1	2	1742.7	871.36	448.13	2e-05 ***
Erro a	4	7.8	1.94		
F2	3	4434.9	1478.30	310.01	1e-06 ***
Erro b	6	28.6	4.77		
F1*F2	6	410.6	68.44	2.25	0.1092
Erro c	12	364.9	30.41		
Total	35	7706.9			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



**MUITO
OBRIGADO!**

