



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ  
CET076 – Metodologia e Estatística Experimental

# DELINEAMENTO EM BLOCOS CASUALIZADOS

**Discentes:**

Gabriel Miranda e Natália Carvalho

**2022.2**



# INTRODUÇÃO

## DIC x DBC

O DBC é mais conhecido e mais utilizado nas pesquisas devido sua simplicidade e precisão em relação ao DIC.

(DIC): material experimental homogêneo;  
(DBC): material experimental com uma fonte de heterogeneidade.

No DBC dificilmente as condições experimentais são semelhantes (de forma que o DIC torna-se pouco eficiente)



# INTRODUÇÃO

No DBC estão envolvidos os três princípios básicos da experimentação: **repetição, casualização e o controle local**, com um único fator de controle.

O DBC é usado quando o material (ou área) experimental é heterogêneo e se conhece a principal causa desta heterogeneidade.



## DELINEAMENTO EM BLOCOS CASUALISADOS

Neste caso, o material será reagrupado em novos grupos homogêneos (*blocos*) cada um dos quais constitui uma repetição.

O erro experimental dentro de cada *bloco* deve ser o menor possível, mas entre os *blocos* pode variar à vontade.

O sorteio dos tratamentos é realizado dentro de cada bloco.



# OBJETIVOS

É utilizado para eliminar o efeito nas comparações estatísticas nos tratamentos, de modo que a fonte de variabilidade do fatos seja reconhecida e possa ser controlada antes da aplicação dos tratamentos ou da montagem do experimento).

Em todas as etapas do experimento é manter o erro dentro de cada bloco tão pequeno quanto seja possível na prática.

Fornecer informações sobre o procedimento mais apropriado para proceder os testes de significância.



## REPETIÇÃO



É o número de vezes que o tratamento aparece no experimento.

Quanto maior o número de repetições, menor a probabilidade de erro na inferência.

Aumentar o grau de liberdade do resíduo.

Estimar o erro experimental.

Ideal: 12 ou mais

Estimar de forma mais precisa a média cada tratamento.

## CASUALIZAÇÃO



Distribuição aleatória dos tratamentos nos blocos.

Assegura a validade da estimativa do erro experimental.

Tornar os erros independentes.

Estimativa da média de forma imparcial.

## CONTROLE LOCAL



Usado na sua forma mais simples, sendo representado pelos blocos, os quais incluem todos os tratamentos.

Dentro de cada bloco os tratamentos são distribuídos aleatoriamente.

Quando se tem dúvida sobre a semelhança do ambiente experimental ou quando se tem certeza da sua heterogeneidade.



## CONTROLE LOCAL

### EXEMPLOS

Falta de uniformidade do terreno (gradientes de fertilidade, umidade, etc.).

Animais com peso inicial, sexo, idade, condições, etc., diferente ao se estudar ganho de peso.

Idade de lactação diferente dos animais ao se estudar a influência de diferentes manejos.

Uso de mais de uma pessoa para se avaliar certos caracteres, mais de um equipamento, etc.

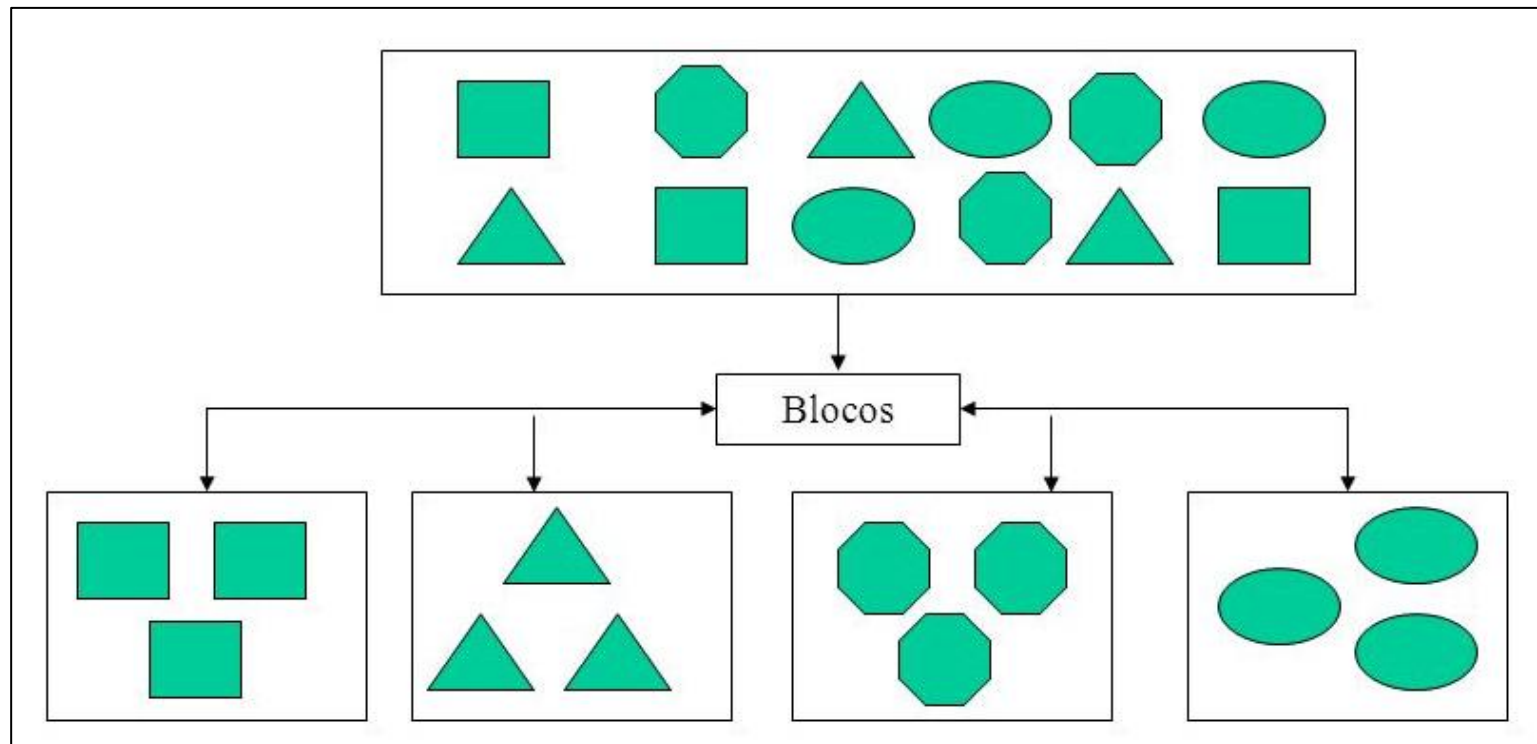
Gradientes de luminosidade, e ou, temperatura no interior de casas de vegetação.



## DELINEAMENTO EM BLOCOS CASUALISADOS

Utilizado quando não houver homogeneidade das condições ambientais e do material experimental. Ou seja, quando as condições ambientais, e ou, o material experimental apresentar heterogeneidade.

**PRESSUPOSTO:** Heterogeneidade entre blocos, mas homogeneidade dentro dos blocos.



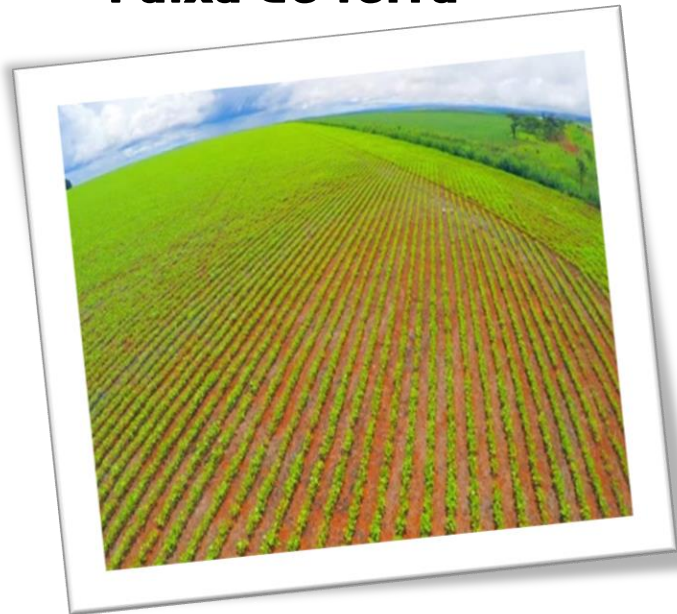


## DELINEAMENTO EM BLOCOS CASUALISADOS

Quando não há certeza na homogeneidade das condições experimentais, deve-se estabelecer subambientes homogêneos, utilizando o princípio do controle local, instalando blocos e casualizando os tratamentos igualmente repetidos.

Um bloco pode ser:

**Faixa de terra**



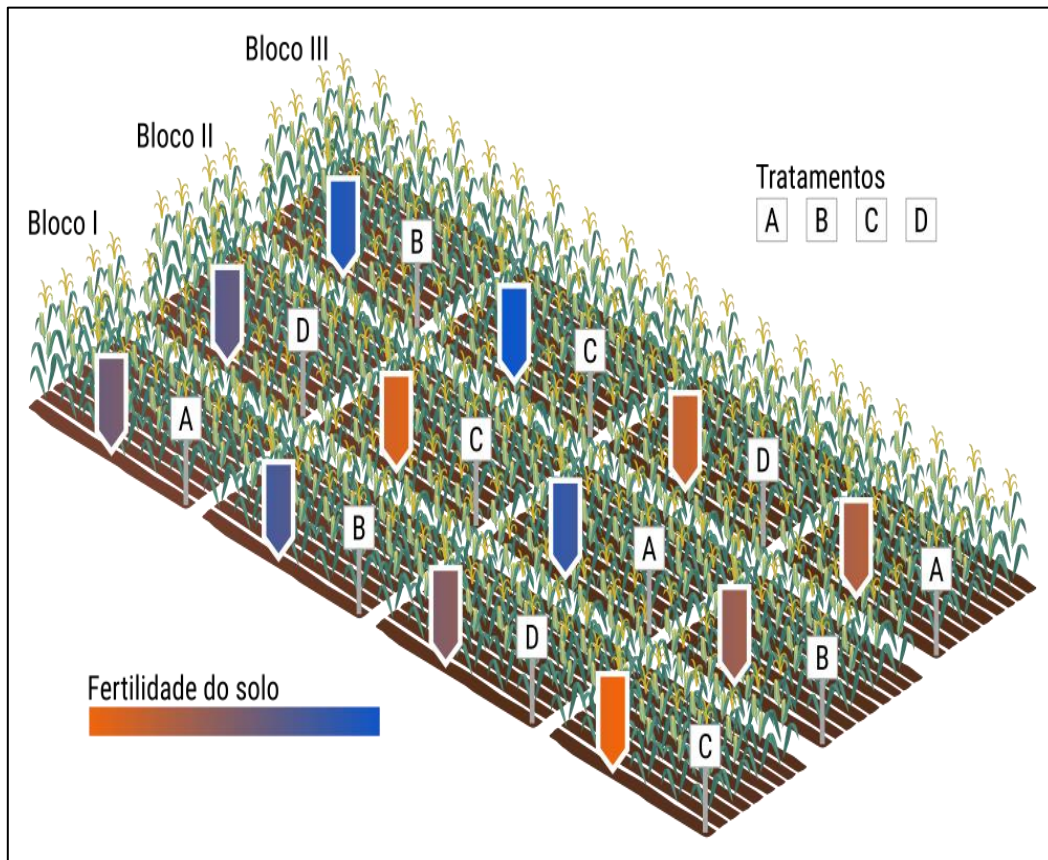
**Estufa**



ENTRE OUTROS: Período de tempo, zona marítima, exposição ao calor, aos ventos, etc.



## DELINEAMENTO EM BLOCOS CASUALISADOS



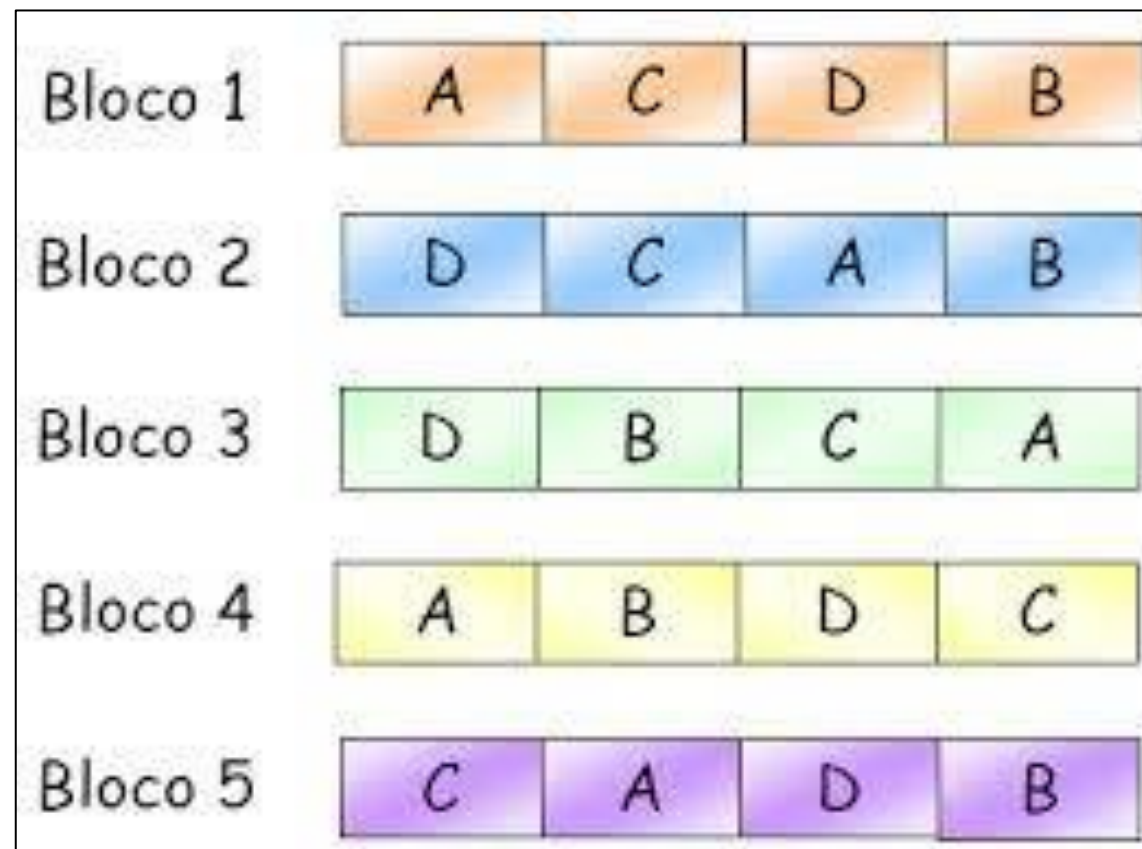
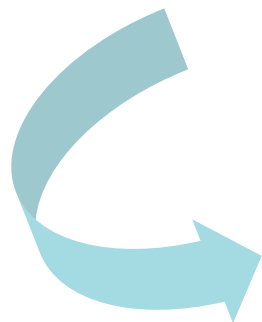
Os blocos são utilizados para controlar diferenças que ocorrem entre as parcelas experimentais, tais como: diferenças de fertilidade do solo; diferenças de disponibilidade de água; diferenças de luminosidade (no caso de ensaios em casas de vegetação).

O importante é que reúnam unidades similares e que haja variabilidade entre os blocos. Quem decide se a variabilidade entre blocos justifica a criação deles é o pesquisador e não o estatístico.

**Figura disponível em:** <http://leg.ufpr.br/~walmes/mpaer/analise-de-covariancia.html>

## CASUALIZAÇÃO

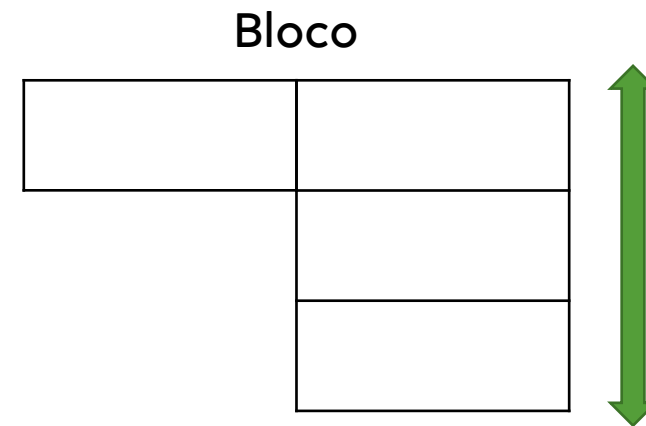
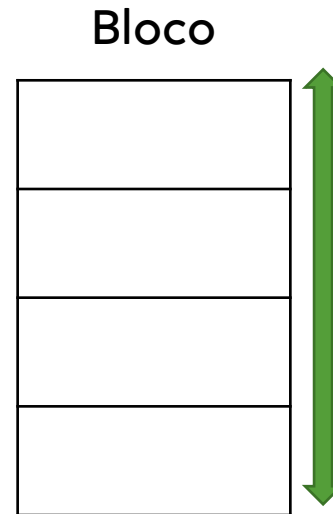
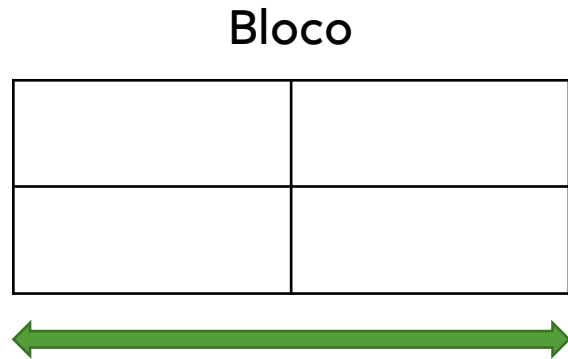
## Exemplo



Dentro de cada bloco, tem-se todas as variedades, sorteadas **ao acaso**.

## DELINEAMENTO EM BLOCOS CASUALISADOS

A forma dos blocos não influencia, dependendo apenas da uniformidade das condições experimentais. Assim, os blocos podem ser retangulares, quadrados ou irregulares.





## VANTAGENS

As unidades experimentais são agrupadas em blocos homogêneos, permitindo, em geral, maior precisão que no DIC.

Não há restrições no número de tratamentos ou blocos.

A análise estatística é simples.

Controla as diferenças que ocorrem nas condições ambientais ou do material experimental, de um bloco para outro.

Conduz a uma estimativa mais exata para a variância residual, uma vez que a variação entre blocos é isolada.





## DESVANTAGENS

Quando a variação entre as unidades experimentais dentro dos blocos é grande, resulta em um grande erro experimental.

A exigência da homogeneidade dentro do bloco limita o número de tratamentos, que não pode ser muito elevado.





## DELINEAMENTO EM BLOCOS CASUALISADOS



O termo bloco surgiu com a experimentação agrícola, o qual designava uma faixa de terra de mesma fertilidade.



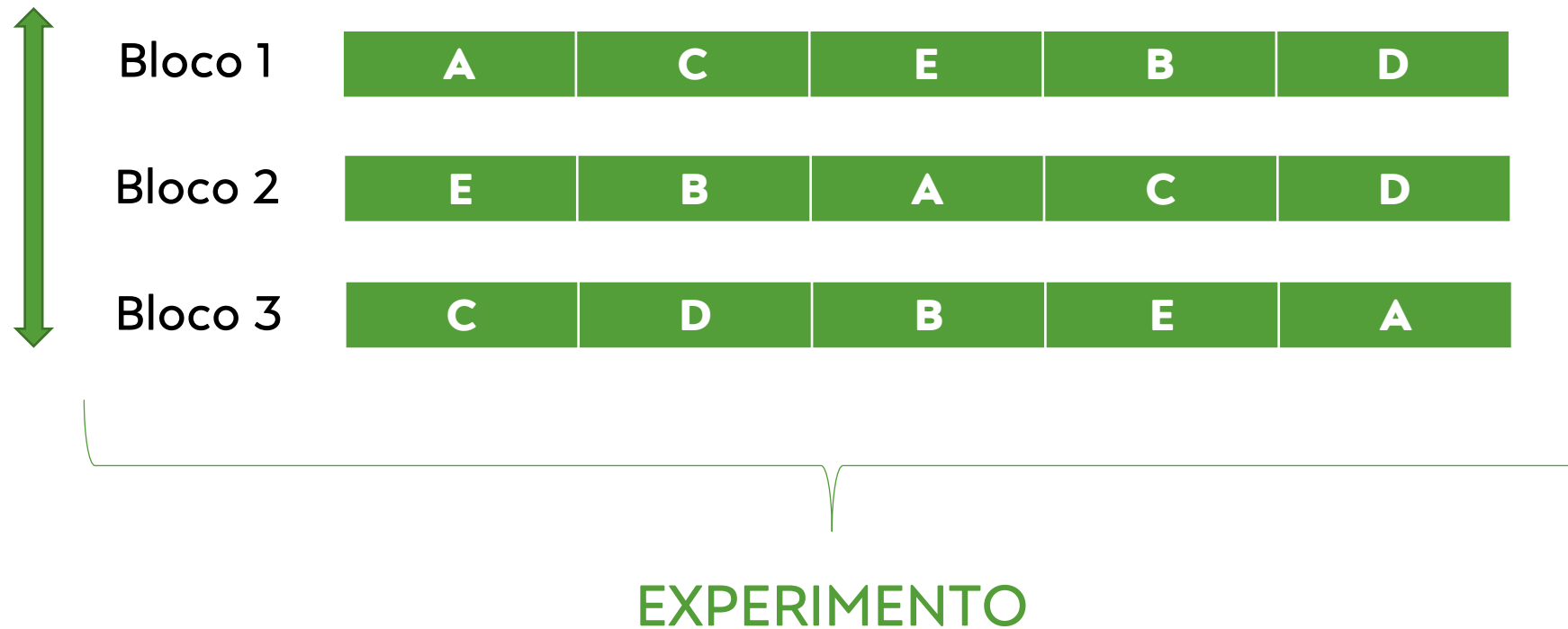
**Figura disponível em:**

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1653989/mod\\_resource/content/2/blocos.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1653989/mod_resource/content/2/blocos.pdf)



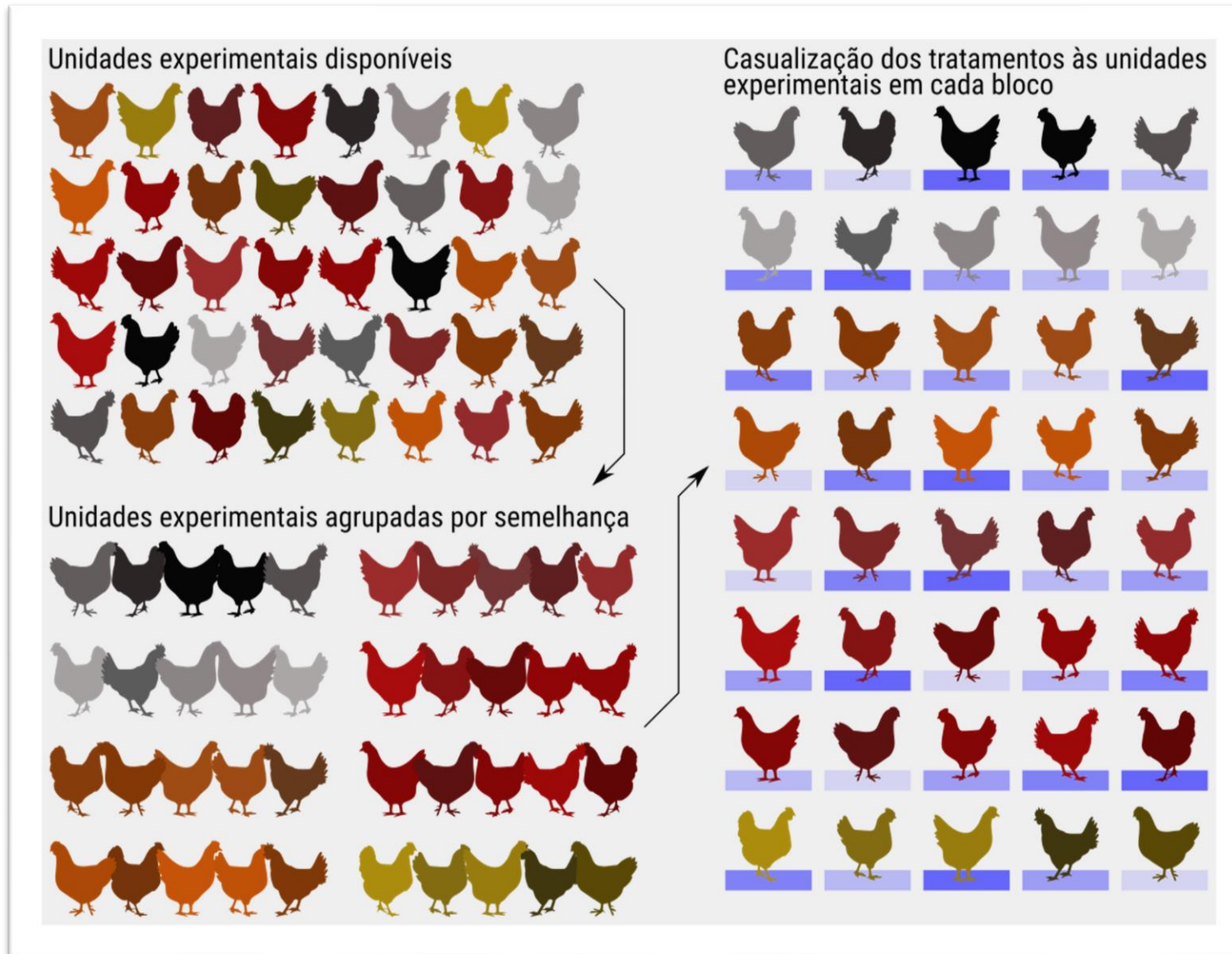
## EXEMPLO

Para o experimento foram separadas 15 bezerras, formou blocos por raças e os animais foram sorteados ao acaso para distribuir as 5 marcas de sucedâneo (A, B, C, D e E).





# EXEMPLO

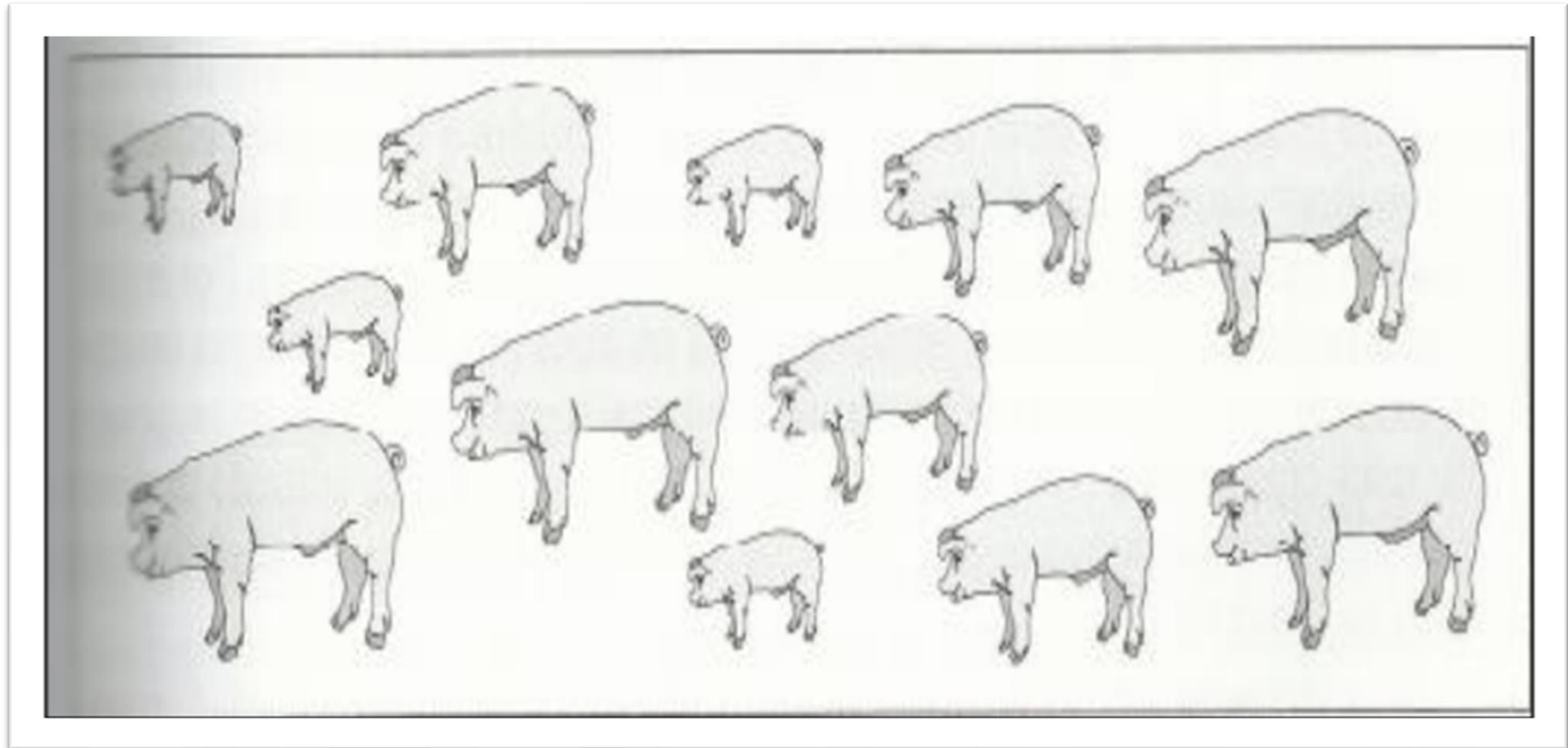


As aves foram dispostas por semelhança, formando blocos (apresentados como **8 blocos** horizontais) e submetidos a **5 tratamentos**, representados pelas faixas azuis de diferentes tons abaixo de cada uma das aves.

## EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL

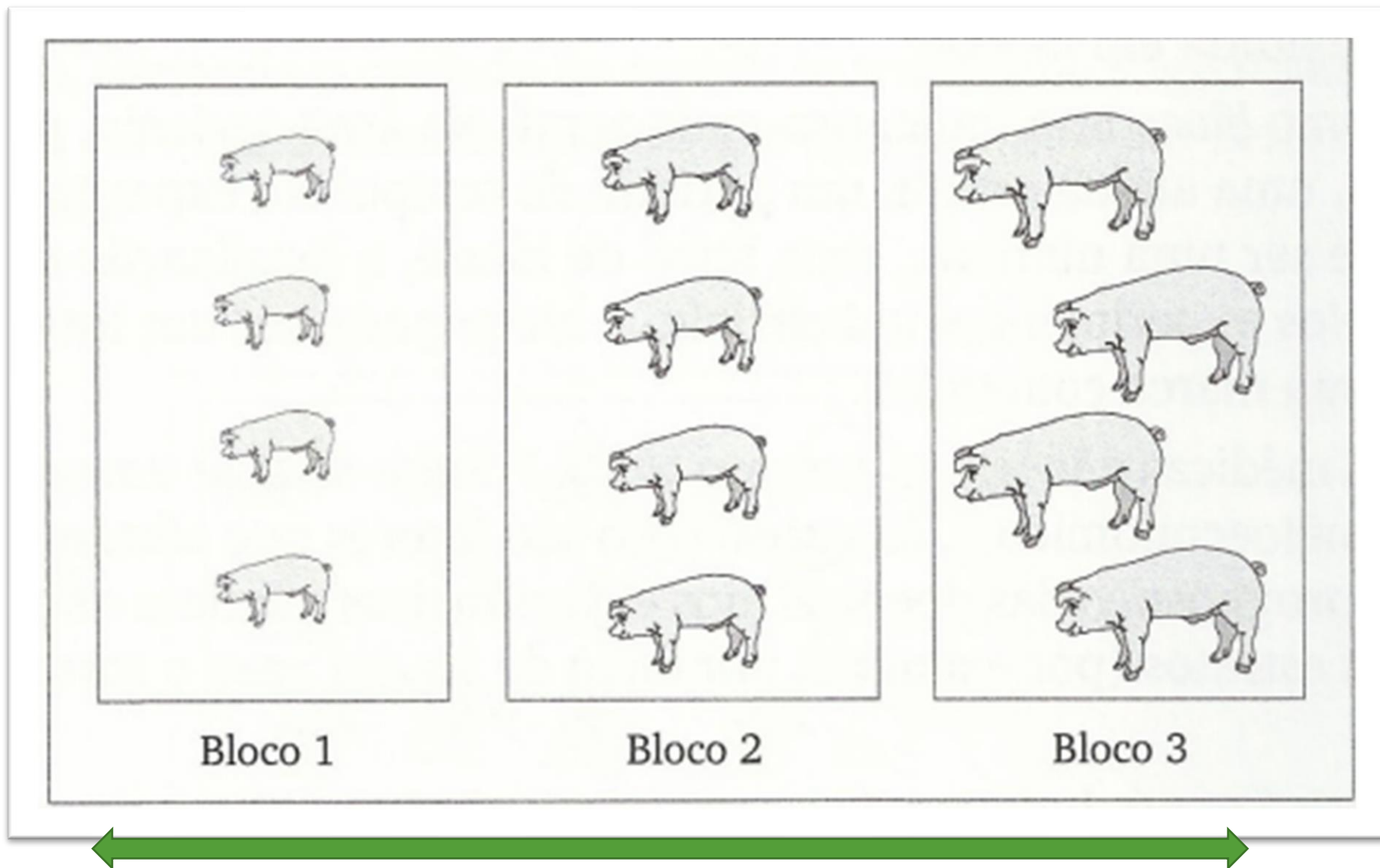
## EXEMPLO

Com o objetivo de avaliar o efeito de quatro rações, A, B, C e D, sobre o peso de animais, um pesquisador dispunha de 12 animais com pesos diferentes.



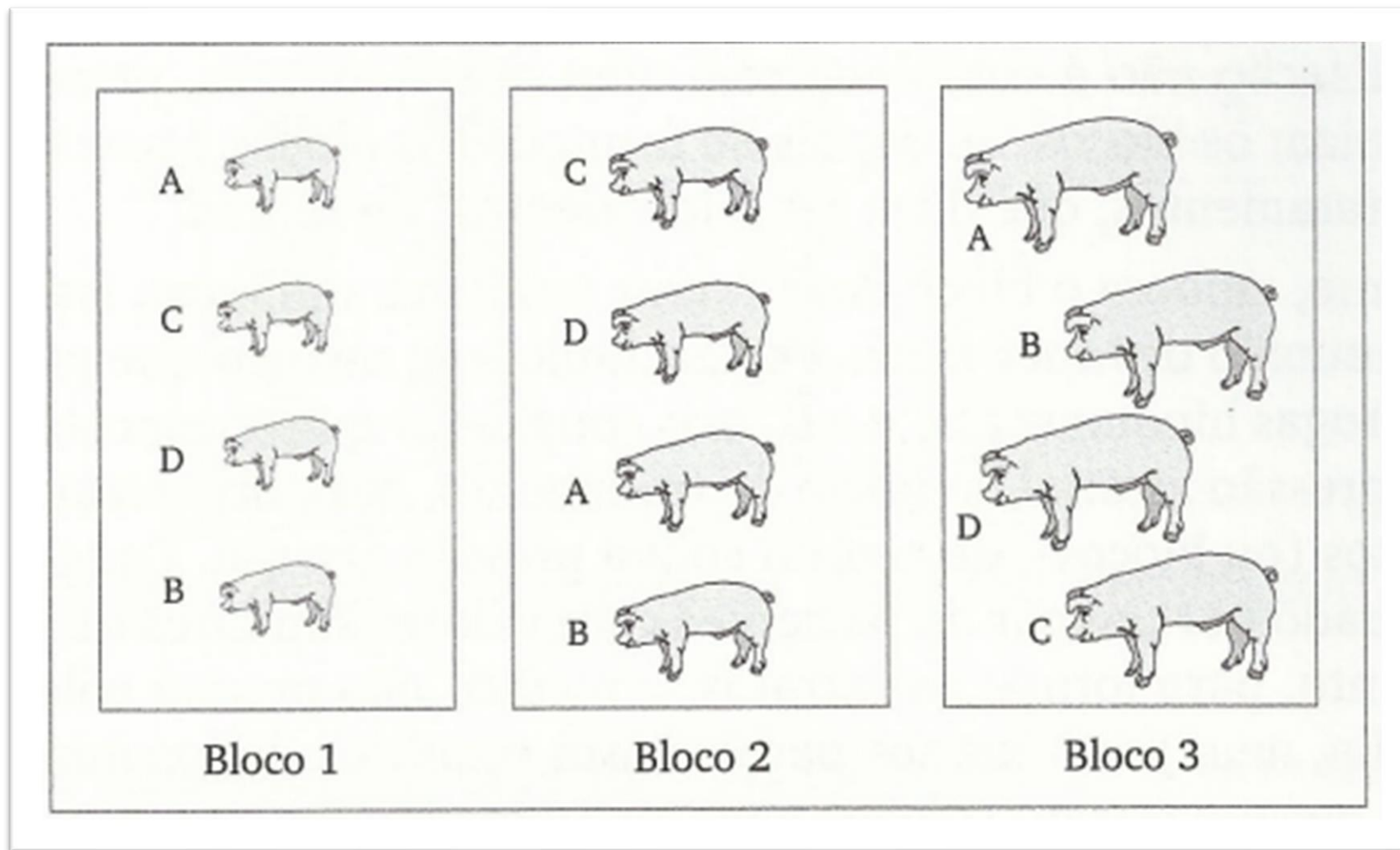
## COMPOSIÇÃO DOS BLOCOS

## EXEMPLO



POSSIBILIDADE DE CROQUI

EXEMPLO





CASA DE VEGETAÇÃO

EXEMPLO



**Figura disponível em:** [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1653989/mod\\_resource/content/2/blocos.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1653989/mod_resource/content/2/blocos.pdf)

ÁREA EXPERIMENTAL DO NUPEA

EXEMPLO

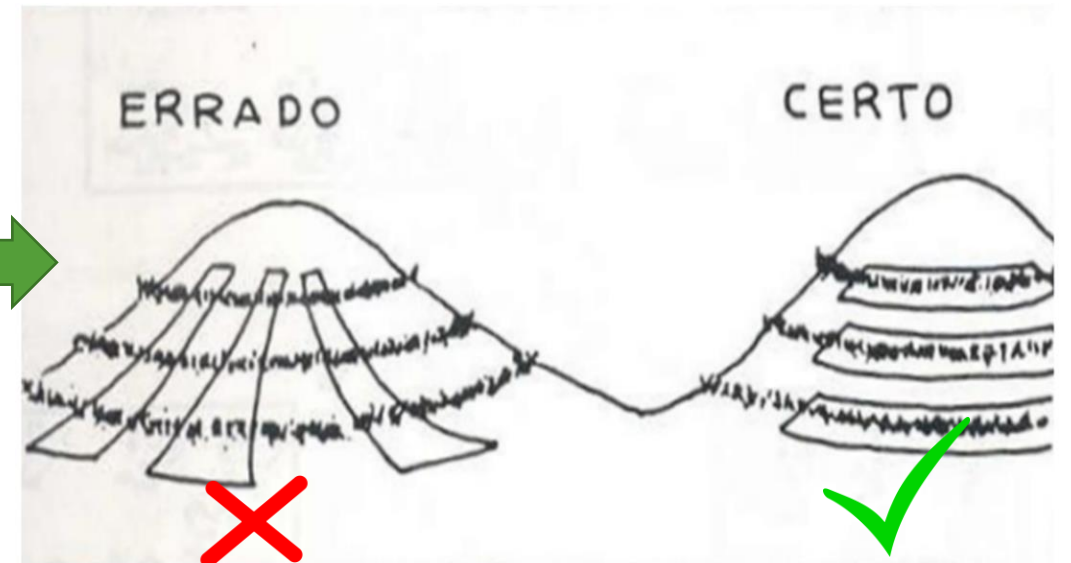


**Figura disponível em:** [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1653989/mod\\_resource/content/2/blocos.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1653989/mod_resource/content/2/blocos.pdf)



# EXEMPLO

## BLOCOS EM EXPERIMENTAÇÃO NO CAMPO



**Figura disponível em:** [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1653989/mod\\_resource/content/2/blocos.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1653989/mod_resource/content/2/blocos.pdf)

## MODELO ESTATÍSTICO

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

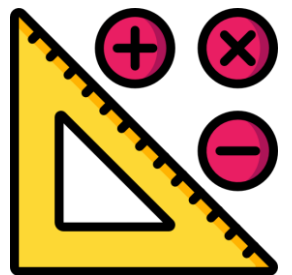
É o valor observado na parcela que recebeu o tratamento  $i$  e que se encontra no bloco  $j$

Média geral do experimento

É o efeito devido ao tratamento  $i$ , que foi aplicado à parcela

É o efeito devido ao bloco  $j$  em que se encontra a parcela

É o efeito dos fatores não controlados na parcela que recebeu o tratamento  $i$  no bloco  $j$





# ESQUEMA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	$(I - 1)$	$\Sigma \frac{Tr^2}{J} - C$	$\frac{SQ_{Trat.}}{GL_{Trat.}}$	$\frac{QM_{Trata.}}{QM_{Residuo}}$
Blocos	$(J - 1)$	$\Sigma \frac{Bl^2}{I} - C$	$\frac{SQ_{Bloco}}{GL_{Bloco}}$	$\frac{QM_{Bloco}}{QM_{Residuo}}$
Resíduo	$(I - 1)(J - 1)$	$SQ_{total} - SQ_{Bloco} - SQ_{Trat.}$	$\frac{SQ_{Residuo}}{GL_{Residuo}}$	
Total	$(N - 1)$	$\Sigma y^2 - C$		











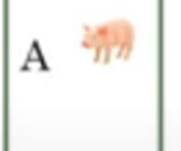









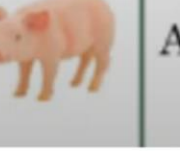
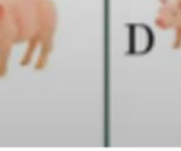


I = Número de Tratamentos

J = Número de Blocos

N = Número de Unidades Experimentais

# ANÁLISE DE VARIÂNCIA - Exemplo

- Exemplo 2: Um experimento foi conduzido a fim de verificar o efeito de quatro formulações de rações no ganho de peso em suínos. Como havia 24 suínos com idades variadas disponíveis para o experimento, eles foram divididos em 6 conjuntos (blocos). Desta forma recorreu-se ao delineamento em blocos casualizados conforme o esquema a seguir:

D 	A 	B 	C 	A 	D 
A 	D 	A 	B 	B 	A 
C 	C 	D 	D 	C 	C 
B 	B 	C 	A 	D 	B 

# ANÁLISE DE VARIÂNCIA - Exemplo

Após o experimento foi obtido os seguintes dados de ganho de peso (g/Kg) :

Tratam.	Blocos					
	1	2	3	4	5	6
Ração 1	18	16	12	16	13	10
Ração 2	17	17	18	13	10	7
Ração 3	17	17	18	14	9	6
Ração 4	17	17	16	17	11	8

# ANÁLISE DE VARIÂNCIA - Exemplo

## ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Tratam.	Blocos						SOMA T
	1	2	3	4	5	6	
Ração 1	18	16	12	16	13	10	85
Ração 2	17	17	18	13	10	7	82
Ração 3	17	17	18	14	9	6	81
Ração 4	17	17	16	17	11	8	86
SOMA B	69	67	64	60	43	31	334

# ANÁLISE DE VARIÂNCIA - Exemplo

FV	GL	SQ	QM	Fc
Tratamentos	3			
Blocos	5			
Resíduo	15			
<b>Total</b>	<b>23</b>			

Dados:

Tratam.	Blocos					
	1	2	3	4	5	6
Ração 1	18	16	12	16	13	10
Ração 2	17	17	18	13	10	7
Ração 3	17	17	18	14	9	6
Ração 4	17	17	16	17	11	8

$$GL_{trat} = 4 - 1 = 3$$

$$GL_{bloco} = 6 - 1 = 5$$

$$GL_{total} = 4 \times 6 - 1 = 23$$

$$GL_{residuo} = GL_{total} - GL_{trat} - GL_{bloco} = 23 - 3 - 5 = 15$$

$$GL_{trat} \times GL_{bloco}$$

## ANÁLISE DE VARIÂNCIA - Exemplo

FV	GL	SQ	QM	Fc
Tratamentos	3	2,83		
Blocos	5	290,84		
Resíduo	15	50,02		
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>343,83</b>		

Dados:

Tratam.	Blocos						SOMA T
	1	2	3	4	5	6	
Ração 1	18	16	12	16	13	10	85
Ração 2	17	17	18	13	10	7	82
Ração 3	17	17	18	14	9	6	81
Ração 4	17	17	16	17	11	8	86
<b>SOMA B</b>	<b>69</b>	<b>67</b>	<b>64</b>	<b>60</b>	<b>43</b>	<b>31</b>	<b>334</b>

$$SQ_{Tratamentos} = \frac{85^2 + 82^2 + 81^2 + 86^2}{6} - \frac{334^2}{24} = 2,83$$

$$SQ_{Blocos} = \frac{69^2 + 67^2 + 64^2 + 60^2 + 43^2 + 31^2}{4} - \frac{334^2}{24} = 290,84$$

$$SQ_{Total} = \frac{18^2 + 16^2 + 12^2 + \dots + 17^2 + 11^2 + 8^2}{1} - \frac{334^2}{24} = 343,83$$

$$SQ_{Resíduo} = SQ_{Total} - SQ_{Tratamentos} - SQ_{Blocos} = 50,02$$

## ANÁLISE DE VARIÂNCIA - Exemplo

FV	GL	SQ	QM	Fc
Tratamentos	3	2,83	0,94	0,28
Blocos	5	290,84	58,17	17,41
Resíduo	15	50,02	3,34	
Total	23	343,83		

$$QM_{trat} = \frac{SQ_{trat}}{Gl_{trat}} = \frac{2,83}{3} = \mathbf{0,94}$$

$$FC_{trat} = \frac{QM_{trat}}{QM_{res}} = \frac{0,94}{3,34} = \mathbf{0,28}$$

$$QM_{bloco} = \frac{SQ_{bloco}}{Gl_{bloco}} = \frac{290,84}{5} = \mathbf{58,17}$$

$$FC_{bloco} = \frac{QM_{bloco}}{QM_{res}} = \frac{58,17}{3,34} = \mathbf{17,41}$$

$$QM_{resíduo} = \frac{SQ_{resíduo}}{Gl_{resíduo}} = \frac{50,02}{15} = \mathbf{3,34}$$



Limites unilaterais da distribuição F de Fisher-Snedecor ao nível de 5% de probabilidade.

GL	V1																			
V2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	40	60	120	240
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.0	243.9	244.7	245.4	245.9	248.0	251.1	252.2	253.3	253.8
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.298	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396	19.405	19.412	19.419	19.424	19.429	19.446	19.471	19.479	19.487	19.492
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.013	8.941	8.887	8.845	8.812	8.785	8.763	8.745	8.729	8.715	8.703	8.680	8.594	8.572	8.549	8.538
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163	6.094	6.041	5.999	5.964	5.936	5.912	5.891	5.873	5.858	5.803	5.717	5.688	5.658	5.643
5	6.608	5.786	5.409	5.192	5.050	4.950	4.876	4.818	4.772	4.735	4.704	4.678	4.655	4.636	4.619	4.558	4.464	4.431	4.398	4.382
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.099	4.060	4.027	4.000	3.976	3.956	3.938	3.874	3.774	3.740	3.705	3.687
7	5.591	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.677	3.637	3.603	3.575	3.550	3.529	3.511	3.445	3.340	3.304	3.267	3.249
8	5.318	4.459	4.066	3.838	3.688	3.581	3.500	3.438	3.388	3.347	3.313	3.284	3.259	3.237	3.218	3.150	3.043	3.005	2.967	2.947
9	5.117	4.256	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.179	3.137	3.102	3.073	3.048	3.025	3.006	2.936	2.826	2.787	2.748	2.727
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.135	3.072	3.020	2.978	2.943	2.913	2.887	2.865	2.845	2.774	2.661	2.621	2.580	2.559
11	4.844	3.982	3.587	3.357	3.204	3.095	3.012	2.948	2.896	2.854	2.818	2.788	2.761	2.739	2.719	2.646	2.531	2.490	2.448	2.426
12	4.747	3.885	3.490	3.259	3.106	2.996	2.913	2.849	2.796	2.753	2.717	2.687	2.660	2.637	2.617	2.544	2.426	2.384	2.341	2.319
13	4.667	3.806	3.411	3.179	3.025	2.915	2.832	2.767	2.714	2.671	2.635	2.604	2.577	2.554	2.533	2.459	2.339	2.297	2.252	2.230
14	4.600	3.739	3.344	3.112	2.958	2.848	2.764	2.699	2.646	2.602	2.565	2.534	2.507	2.484	2.463	2.388	2.266	2.223	2.178	2.155
15	4.543	3.682	3.287	3.056	2.901	2.790	2.707	2.641	2.588	2.544	2.507	2.475	2.448	2.424	2.403	2.328	2.204	2.160	2.114	2.090
16	4.494	3.634	3.239	3.007	2.852	2.741	2.657	2.591	2.538	2.494	2.456	2.425	2.397	2.373	2.352	2.276	2.151	2.106	2.059	2.035
17	4.451	3.592	3.197	2.965	2.810	2.699	2.614	2.548	2.494	2.455	2.417	2.386	2.358	2.334	2.313	2.236	2.110	2.064	2.017	1.992
18	4.414	3.555	3.160	2.928	2.773	2.661	2.577	2.510	2.456	2.417	2.379	2.348	2.320	2.296	2.275	2.197	2.070	2.023	1.976	1.950
19	4.381	3.522	3.127	2.895	2.740	2.628	2.544	2.477	2.423	2.384	2.346	2.315	2.287	2.263	2.242	2.163	2.035	1.988	1.940	1.913
20	4.351	3.493	3.098	2.866	2.711	2.599	2.514	2.447	2.393	2.354	2.316	2.285	2.257	2.233	2.212	2.132	2.003	1.956	1.907	1.880
21	4.325	3.467	3.072	2.840	2.685	2.573	2.488	2.420	2.366	2.327	2.289	2.258	2.230	2.206	2.185	2.104	1.975	1.927	1.878	1.850
22	4.301	3.443	3.049	2.817	2.661	2.549	2.464	2.397	2.342	2.297	2.259	2.228	2.199	2.175	2.154	2.073	1.943	1.895	1.846	1.818
23	4.279	3.422	3.028	2.796	2.640	2.528	2.442	2.375	2.320	2.275	2.236	2.205	2.176	2.152	2.131	2.050	1.920	1.871	1.822	1.794
24	4.260	3.403	3.009	2.776	2.621	2.508	2.423	2.355	2.300	2.255	2.216	2.185	2.156	2.132	2.111	2.030	1.900	1.851	1.801	1.773
25	4.242	3.385	2.991	2.759	2.603	2.490	2.405	2.337	2.282	2.236	2.197	2.166	2.137	2.113	2.092	2.011	1.880	1.831	1.781	1.753
26	4.225	3.369	2.975	2.743	2.587	2.474	2.388	2.321	2.265	2.220	2.181	2.150	2.121	2.097	2.076	1.995	1.864	1.815	1.765	1.737
27	4.210	3.354	2.960	2.728	2.572	2.459	2.373	2.305	2.250	2.204	2.165	2.134	2.105	2.081	2.060	1.979	1.848	1.799	1.748	1.720
28	4.196	3.340	2.947	2.714	2.558	2.445	2.359	2.291	2.236	2.190	2.151	2.120	2.091	2.067	2.046	1.965	1.834	1.785	1.734	1.706
29	4.183	3.328	2.934	2.701	2.545	2.432	2.346	2.278	2.223	2.177	2.138	2.107	2.078	2.054	2.033	1.952	1.821	1.771	1.720	1.692
30	4.171	3.316	2.922	2.690	2.534	2.421	2.334	2.266	2.211	2.165	2.126	2.095	2.066	2.042	2.021	1.940	1.809	1.759	1.707	1.679
40	4.085	3.232	2.839	2.606	2.449	2.336	2.249	2.180	2.124	2.077	2.038	2.007	1.978	1.954	1.933	1.851	1.720	1.670	1.618	1.590
50	4.034	3.183	2.790	2.557	2.400	2.286	2.199	2.130	2.073	2.026	1.986	1.955	1.926	1.902	1.881	1.799	1.668	1.617	1.565	1.537
60	4.001	3.150	2.758	2.525	2.368	2.254	2.167	2.097	2.040	1.993	1.952	1.921	1.892	1.868	1.847	1.765	1.634	1.583	1.531	1.503
80	3.960	3.111	2.719	2.486	2.329	2.214	2.126	2.056	1.999	1.951	1.910	1.879	1.850	1.826	1.805	1.722	1.591	1.540	1.487	1.459
100	3.936	3.087	2.696	2.463	2.305	2.191	2.102	2.032	1.975	1.927	1.886	1.855	1.826	1.802	1.781	1.698	1.567	1.515	1.462	1.434
120	3.920	3.072	2.680	2.447	2.290	2.175	2.087	2.016	1.959	1.910	1.869	1.838	1.809	1.785	1.764	1.681	1.550	1.498	1.445	1.417
140	3.881	3.033	2.642	2.409	2.252	2.136	2.048	1.977	1.919	1.870	1.829	1.798	1.769	1.745	1.724	1.641	1.510	1.458	1.405	1.377

**Tratamentos:**  
3,287

**Blocos:**  
2,901



## ANÁLISE DE VARIÂNCIA - Exemplo

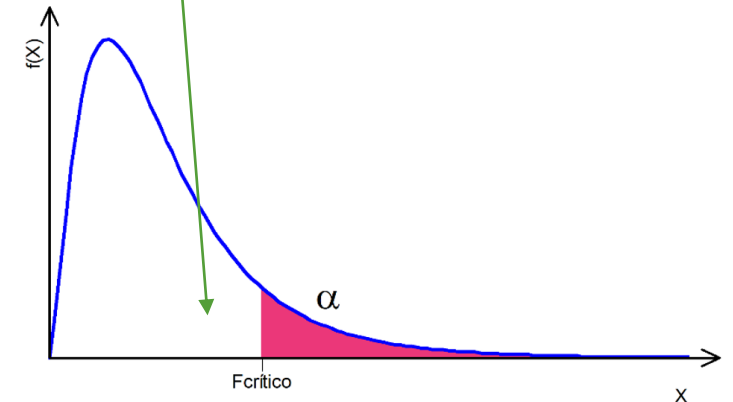
FV	GL	SQ	QM	Fc		Ft
Tratamentos	3	2,83	0,94	0,28	<	3,287
Blocos	5	290,84	58,17	17,41	>	2,901
Resíduo	15	50,02	3,34			
Total	23	343,83				

### TESTE DE HIPÓTESE PARA TRATAMENTOS

- $H_0 = H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_i$
- $H_1 =$  As médias dos tratamentos são diferentes

### CONCLUSÃO:

Como a estimativa de  $F_{\text{calculado}}$  para o tratamento foi menor que o valor de  $F_{\text{tabelado}}$ , não se rejeita  $H_0$ . Logo, não há diferença entre as médias dos tratamentos pelo teste F ao nível de 5% de significância.



## ANÁLISE DE VARIÂNCIA - Exemplo

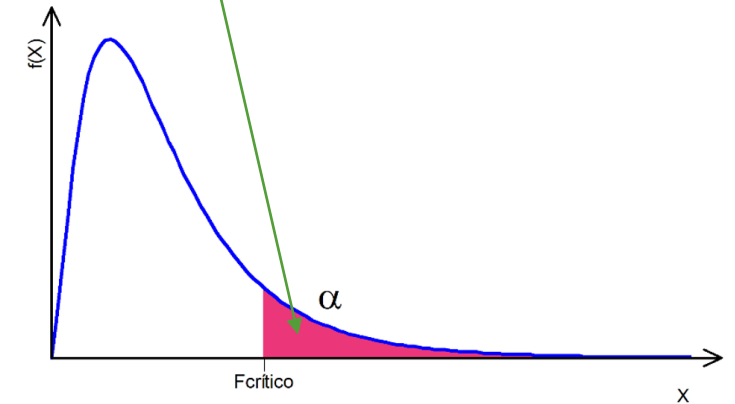
FV	GL	SQ	QM	Fc	Ft
Tratamentos	3	2,83	0,94	0,28	3,287
Blocos	5	290,84	58,17	17,41	2,901
Resíduo	15	50,02	3,34		
Total	23	343,83			

### TESTE DE HIPÓTESE PARA BLOCOS

- $H_0 = \mu_{B1\_} = \mu_{B2\_} = \dots = \mu_{Bj} = 0\_$
- $H_1 =$  As médias dos blocos são diferentes

### CONCLUSÃO:

Como a estimativa de  $F_{\text{calculado}}$  para o bloco foi maior que o valor de  $F_{\text{tabelado}}$ , rejeita-se  $H_0$ . Logo, há diferença entre as médias dos blocos pelo teste F ao nível de 5% de significância.



## TESTE DE TUKEY

Consiste em comparar todos os possíveis pares de médias e se baseia na diferença mínima significativa (D.M.S.)

No cálculo da D.M.S. utiliza-se também a distribuição da amplitude estudentizada, o quadrado médio dos resíduos da ANOVA e o tamanho amostral dos grupos.



## TESTE DE TUKEY

- O procedimento para aplicação do teste é o seguinte:
  1. Calcula-se o valor de  $\Delta$

Este teste baseia-se na diferença mínima significativa (dms) representada por  $\Delta$  e dada por:

$$\Delta = q \sqrt{\frac{QMRes}{K}}$$

## TESTE DE TUKEY

2. Calculam-se todas as estimativas de contrastes entre duas médias, do tipo:

$$\hat{Y} = \hat{m}_i - \hat{m}_j$$

com  $i = 1, 2, \dots, I - 1$  e  $j = i + 1, i + 2, \dots, I$

3. Comparam-se os valores de  $|\hat{Y}|$  com  $\Delta$ 
  - Se  $|\hat{Y}| \geq \Delta$  o contraste é significativo ao nível  $\alpha$  de probabilidade, indicando que as médias dos tratamentos testados no contraste diferem estatisticamente entre si, ao nível  $\alpha$  de probabilidade.
4. Indica-se a significância do teste, colocando-se uma das notações ( $^{NS}$  ou  $^*$ ) sobre o valor da estimativa do contraste.

## TESTE DE TUKEY - Exemplo

- › No estudo do comportamento das 5 populações de amendoim, com delineamento em blocos casualizados com **4 repetições**, o Quadrado Médio do Erro foi igual a **3,4642** e as médias obtidas para peso de 100 sementes (g) das populações, testadas e submetidas a uma adubação de 40kg/ha de  $P_2O_5$ , foram:

Tabela. Média, em gramas, para o peso de 100 sementes  
de cinco populações de amendoim

Tratamentos	Médias (g)
1 – Cultivar Tatu	41
2 – Cultivar Oirã	55
3 – Cultivar Tupã	56
4 – Linhagem FCA 170	43
5 – Linhagem FCA 265	43

Assim,

$$\hat{m}_1 = 41$$

$$\hat{m}_2 = 55$$

$$\hat{m}_3 = 56$$

$$\hat{m}_4 = 43$$

$$\hat{m}_5 = 43$$

$$s^2 = QM_{Res} = \mathbf{3,4642}$$

$$\mathbf{r = 4}$$

Esquema de análise de variância **DBC**

Causas de Variação	Graus de Liberdade (GL)
Tratamento	$(n_{Tratamento} - 1) = 5 - 1 = 4$
Bloco	$(n_{bloco} - 1) = 4 - 1 = 3$
Resíduo	$(GL_{Total} - GL_{Trat} - GL_{bloco}) = 19 - 7 = 12$
Total	$(n_{Tratamento} \times n_{repetições}) - 1$ $= (5 \times 4) - 1 = 20 - 1 = 19$

# TESTE DE TUKEY - Exemplo

$$\begin{aligned}\hat{m}_1 &= 41 & s^2 = QM_{Res} &= 3,4642 \\ \hat{m}_2 &= 55 & r &= 4 \\ \hat{m}_3 &= 56 \\ \hat{m}_4 &= 43 \\ \hat{m}_5 &= 43\end{aligned}$$

Causas de Variação	Graus de Liberdade (GL)
Tratamento	$(n_{Tratamento} - 1) = 5 - 1 = 4$
Bloco	$(n_{bloco} - 1) = 4 - 1 = 3$
Resíduo	$(GL_{Total} - GL_{Trat} - GL_{bloco}) = 19 - 7 = 12$
Total	$(n_{Tratamento} \times n_{repetições}) - 1$ $= (5 \times 4) - 1 = 20 - 1 = 19$

## 1) Cálculo do valor de $\Delta$

- Amplitude total estudentizada ( $\alpha = 5\%$ ):

$$q_{(5 \times 12 \text{ } GL_{Resíduo})}(5\%) = 4,51$$

- O desvio padrão residual:

$$s = \sqrt{QM_{Res}} = \sqrt{3,4642} = 1,8612$$

Então, temos que:

$$\Delta = q \frac{s}{\sqrt{r}} = 4,51 \frac{1,8612}{\sqrt{4}} = 4,51 \cdot 0,9370 = 4,1970 \text{ gramas}$$

$n_1 \backslash n_2$	2	3	4	5
1	17,97	26,98	32,82	37,08
2	6,08	8,33	9,80	10,88
3	4,50	5,91	6,82	7,50
4	3,93	5,04	5,76	6,29
5	3,64	4,60	5,22	5,67
6	3,46	4,34	4,90	5,30
7	3,34	4,16	4,68	5,06
8	3,26	4,04	4,53	4,89
9	3,20	3,95	4,41	4,76
10	3,15	3,88	4,33	4,65
11	3,11	3,82	4,26	4,57
12	3,08	3,77	4,20	4,51
13	3,06	3,73	4,15	4,45
14	3,03	3,70	4,11	4,41
15	3,01	3,67	4,08	4,37
16	3,00	3,65	4,05	4,33
17	2,98	3,63	4,02	4,30



## TESTE DE TUKEY - Exemplo

### 2) Obtenção das estimativas dos contrastes

- Para obter estimativas de contrastes positivas, é conveniente colocar as médias em ordem decrescente.

- Então, ordenando as médias teremos:

$$\hat{m}_3 = 56 \quad \hat{m}_2 = 55 \quad \hat{m}_4 = 43 \quad \hat{m}_5 = 43 \quad \hat{m}_1 = 41$$

- Escrevendo cada um dos contrastes:

$$\hat{Y}_1 = \hat{m}_3 - \hat{m}_2 = 1,0^{NS}$$

$$\hat{Y}_6 = \hat{m}_2 - \hat{m}_5 = 12,0^*$$

$$\hat{Y}_2 = \hat{m}_3 - \hat{m}_4 = 13,0^*$$

$$\hat{Y}_7 = \hat{m}_2 - \hat{m}_1 = 14,0^*$$

$$\hat{Y}_3 = \hat{m}_3 - \hat{m}_5 = 13,0^*$$

$$\hat{Y}_8 = \hat{m}_4 - \hat{m}_5 = 0,0^{NS}$$

$$\hat{Y}_4 = \hat{m}_3 - \hat{m}_1 = 15,0^*$$

$$\hat{Y}_9 = \hat{m}_4 - \hat{m}_1 = 2,0^{NS}$$

$$\hat{Y}_5 = \hat{m}_2 - \hat{m}_4 = 12,0^*$$

$$\hat{Y}_{10} = \hat{m}_5 - \hat{m}_1 = 2,0^{NS}$$

$$\hat{m}_1 = 41$$

$$\hat{m}_2 = 55$$

$$\hat{m}_3 = 56$$

$$\hat{m}_4 = 43$$

$$\hat{m}_5 = 43$$



## TESTE DE TUKEY - Exemplo

### 2) Obtenção das estimativas dos contrastes

- Montando um quadro resumido com as médias em ordem

decrecente:

	$\hat{m}_3$	$\hat{m}_2$	$\hat{m}_4$	$\hat{m}_5$	$\hat{m}_1$
$\hat{m}_3$	—	1,0 <sup>NS</sup>	13,0*	13,0*	15,0*
$\hat{m}_2$	—	—	12,0*	12,0*	14,0*
$\hat{m}_4$	—	—	—	0,0 <sup>NS</sup>	2,0 <sup>NS</sup>
$\hat{m}_5$	—	—	—	—	2,0 <sup>NS</sup>
$\hat{m}_1$	—	—	—	—	—

- ✓ Se  $|\hat{Y}| \geq \Delta (= 4,1970)$  o contraste é significativo ao nível 5% de probabilidade.
- Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum *não diferem entre si* teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

$\hat{m}_3 = 56,0^a$   
 $\hat{m}_2 = 55,0^a$   
 $\hat{m}_4 = 43,0^b$   
 $\hat{m}_5 = 43,00^b$   
 $\hat{m}_1 = 41,0^b$

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

O delineamento em blocos casualizados é simples, flexível e de fácil análise.

As etapas cruciais são: a identificação das fontes de variação intervenientes, a forma de distribuir os blocos e a definição do número de blocos necessários.



**"A melhor solução para problemas práticos é a teoria profunda."**

**OBRIGADA!**



# REFERÊNCIAS

- FARIA, J. C. **Notas de aulas expandidas**. UESC. Ilhéus-BA
- <https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/cienciasexatas/AMANDALIZPACIFICOMANFRIM/aula-7.pdf>
- [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1670953/mod\\_resource/content/2/blocos.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1670953/mod_resource/content/2/blocos.pdf)
- [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5726323/mod\\_resource/content/1/ZAB0229%20-%20Aula%209%20-%20DCB.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5726323/mod_resource/content/1/ZAB0229%20-%20Aula%209%20-%20DCB.pdf)
- <http://leg.ufpr.br/~walmes/mpaer/delineamento-de-blocos-casualizados.html#repeticoes-dentro-da-parcela>
- <http://www.uel.br/pessoal/lscunha/pages/arquivos/uel/Bioestat%C3%ADstica/Aula%205%20-%20DBC.pdf>

