

# **DELINEAMENTO E PLANEJAMENTO**

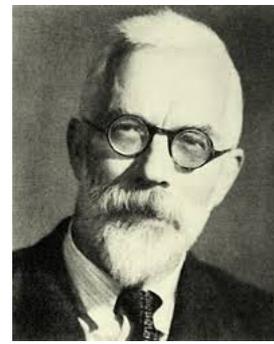
BIE 5793 - Princípios de Planejamento e Análise de Dados em Ecologia

## **PARTE 4**

# **DELINEAMENTOS EXPERIMENTAIS**

# DELINEAMENTOS EXPERIMENTAIS

## O QUE MUDA?



VARIÁVEIS **PREDITORAS** SÃO MANIPULADAS E ISOLADAS DE OUTROS FATORES



<https://www.iberustalent.com/researcher/dora-straus/>

IDEALMENTE NÃO EXISTEM FATORES DE CONFUSÃO EM UM EXPERIMENTO  
(*True-experiment*)

# TRÍADE DE PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

REPLICAÇÃO - ALEATORIZAÇÃO - **CONTROLE**

**Replicação e Aleatorização devem sempre andar juntas!!**

“Se não houver controle, não há como inferir causalidade. Podem ser experimentos, mas com inferência fraca de causalidade.”

(Holland, 1986)

# DIFERENTES TIPOS DE CONTROLE:

## CONTROLE DE EFEITO

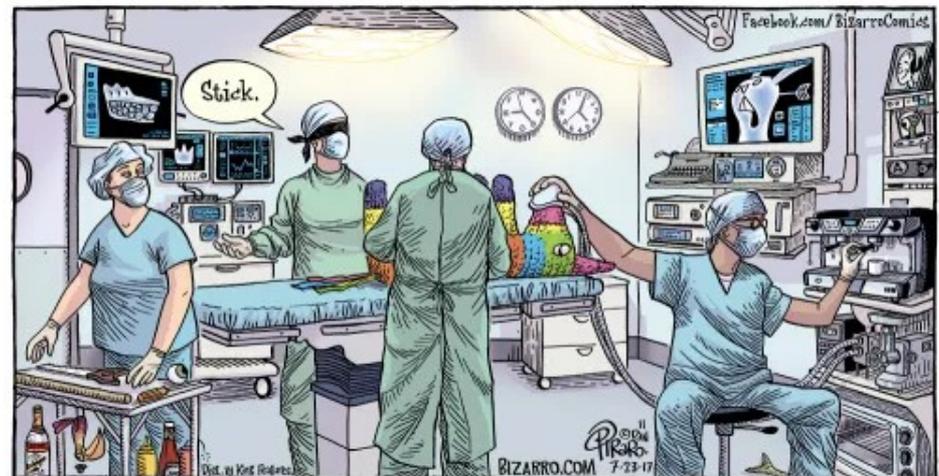
- Sem a aplicação do tratamento

## CONTROLE DE PROCEDIMENTO

- Gaiolas sem telas
- Controle osmótico (PEG)
- Garrafas sem furos
- Sham surgery



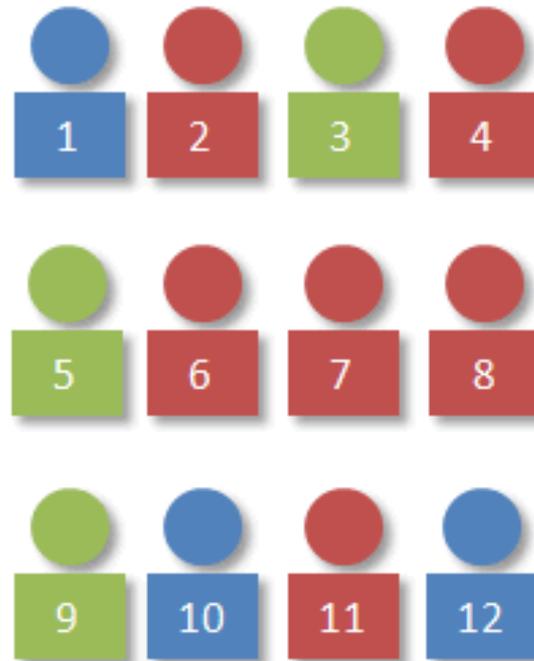
*Delphinus nuttallianum*



# ALEATORIZAÇÃO SIMPLES - UM FATOR

## PRINCÍPIO BÁSICO:

**Qualquer réplica deve ter a mesma chance de ter um nível do tratamento atribuído a ela**



Réplicas distribuídas aleatoriamente

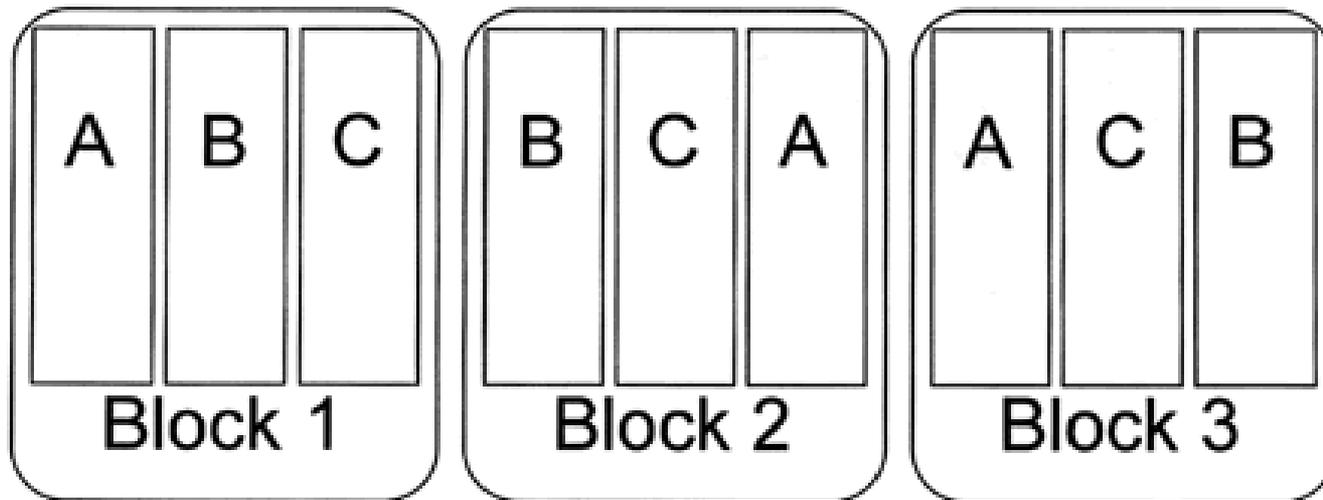
(+) Facilidade de tratar analiticamente; teste robusto para condições controladas

(-) No caso de experimentos em campo, não controla a heterogeneidade ambiental

# BLOCOS ALEATORIZADOS

## PRINCÍPIO BÁSICO:

Uma réplica de cada tratamento alocada aleatoriamente em cada bloco  
**Blocos têm menor variância internamente do que entre blocos**



Blocos não representam um outro fator conhecido

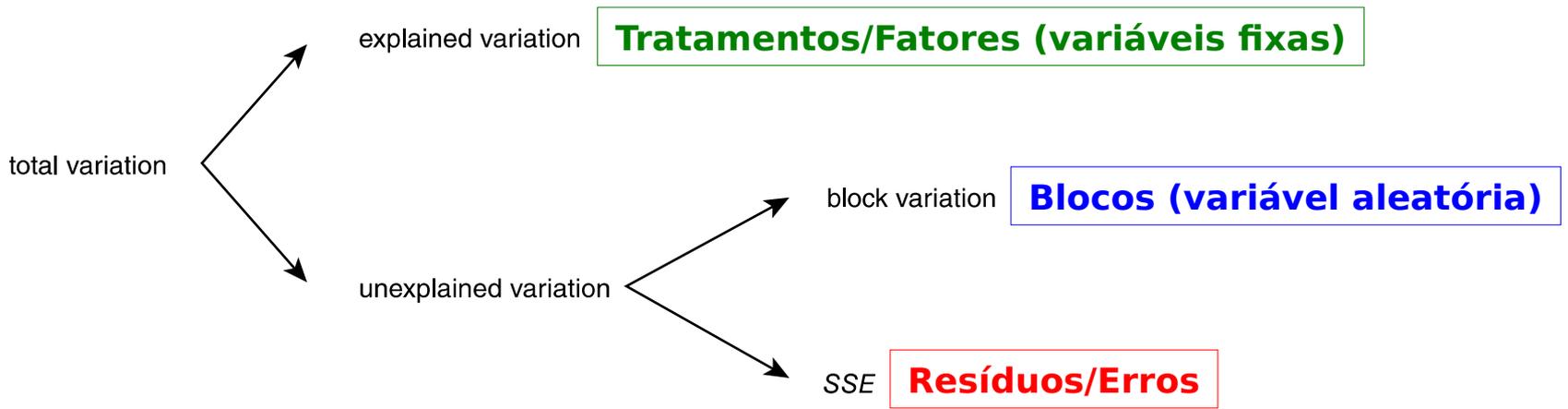
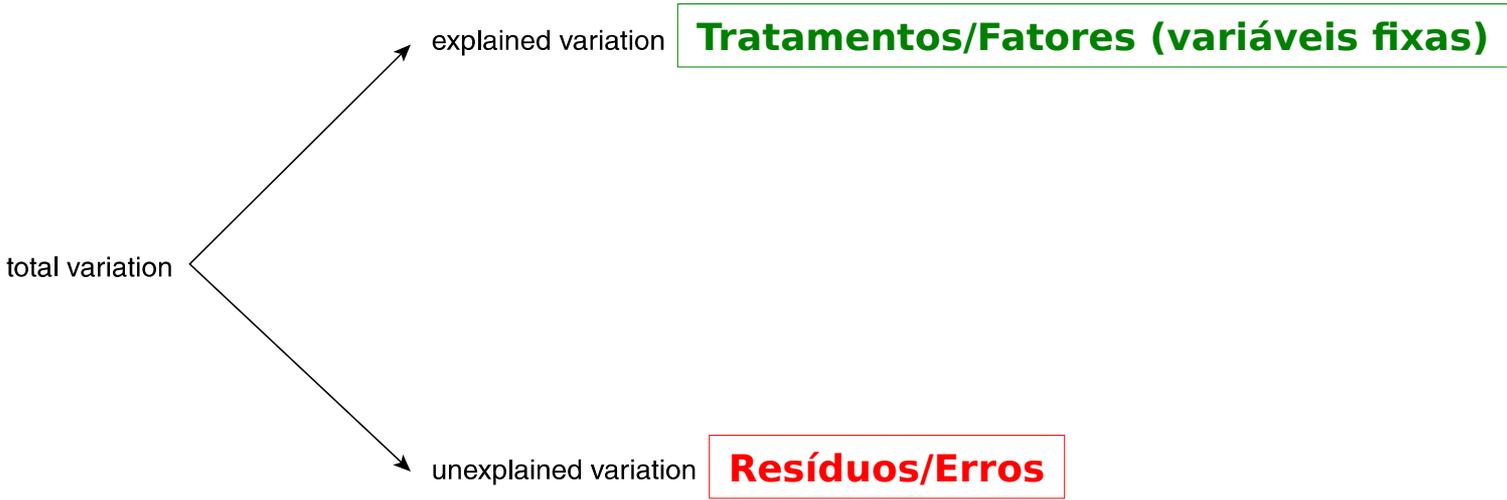
Distância intra e **entre** blocos deve garantir independência

(+) Menor chance de algum efeito desconhecido atuar em apenas um tratamento

(+) Em campo, forma simples de controlar heterogeneidade ambiental

(-) Não permite testar a interação entre blocos x tratamentos (assume efeitos iguais intra)

# Atribuir parte da variação aos blocos diminui a fração de variação não explicada



# MULTIFATORIAL - DOIS FATORES (com vários níveis cada)

## PRINCÍPIO BÁSICO:

Os tratamentos são completamente cruzados e ortogonais. Todo nível de tratamento do primeiro fator é representado com todos os níveis do segundo

**Two way ANOVA**  
**2 factors: Row vs. Column factors (R X C)**

COLUMNS:      C levels

		1	2	...	C
ROWS: R levels	1	<i>Group11</i>	<i>Group12</i>	...	<i>Group1C</i>
	2	<i>Group21</i>	...	...	...
	...	...	...	...	...
	R	<i>GroupR1</i>	...	...	<i>GroupRC</i>

R x C = número de combinações de tratamentos  
Réplicas para cada combinação

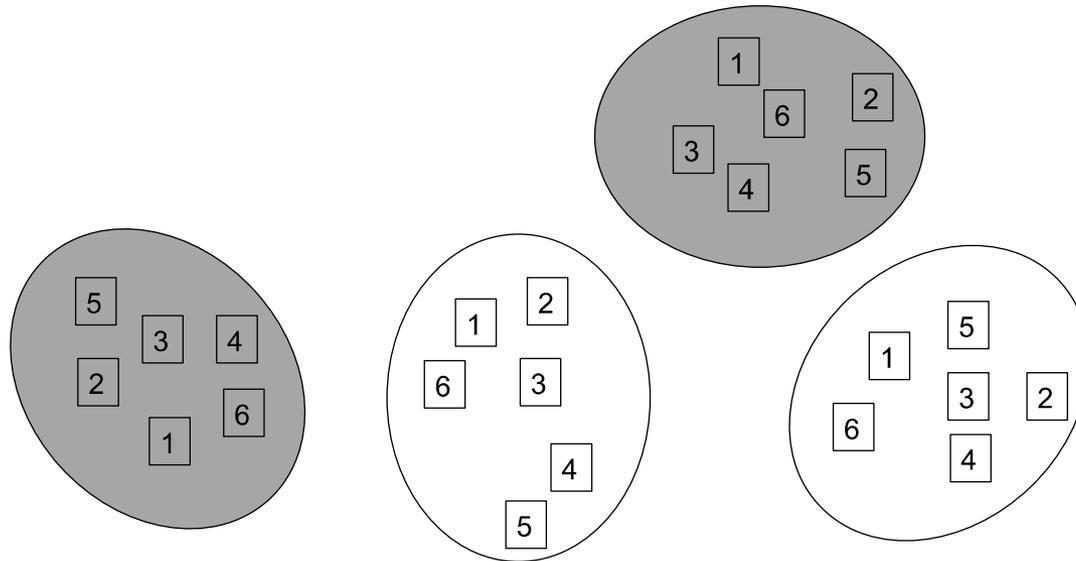
(+) Permite avaliar efeitos aditivos e interações entre fatores

(-) Aumento muito rápido de número de unidades ao incluir fatores/níveis (exponencial)

# SPLIT-PLOT (Parcelas subdivididas)

## PRINCÍPIO BÁSICO:

Uma réplica de cada nível de tratamento de um dos fatores do experimento inserido em cada réplica do segundo fator. Caso particular de blocos.



### Exemplo:

**Fator 1:** 05 antifúngicos diferentes injetados em peixes em gaiolas e um controle (06 níveis)

**Fator 2:** 02 tipos de lagos (cinza = lagos profundos; branco = lagos rasos)

(+) Permite otimizar unidades operacionais (lagos, por exemplo)

(-) Assume que os diferentes blocos de um mesmo nível não têm variação entre eles

# MUITOS OUTROS DELINEAMENTOS

DESIGN TYPE	SCHEMA
A-1 Completely Randomized	
A-2 Randomized Block	
A-3 Systematic	
B-1 Simple Segregation	
B-2 Clumped Segregation	
B-3 Isolative Segregation	
B-4 Randomized, but with inter-dependent replicates	
B-5 No replication	

Hurlbert (1984)

**E MAIS:  
SÉRIES TEMPORAIS  
ANTES-DEPOIS-CONTROLE-IMPACTO (ADCI)**

...

## Porque um bom delineamento ajuda?

- Melhor distribuição do esforço amostral
- Aumento do poder e robustez do teste estatístico
- Identificação clara de quais tratamentos (e níveis) são essenciais
- Aumento do potencial de generalização dos resultados
- Elimina ou minimiza fatores de confusão
- Diminui a variação não explicada
- **Minimiza as chances de erros Tipo I e Tipo II**

## Resumo e algumas dicas importantes:

- A definição de o que é um bom delineamento depende da pergunta do estudo;
- Sempre será fundamental ter a população estatística definida *a priori* e claramente;
- Muitas decisões são baseadas em experiência;
- Se não tiver experiência, procure a literatura;
- Todas as decisões devem ser embasadas em algo concreto, que possa ser justificado;
- Prefira sempre a aleatorização do que a conveniência na hora de definir unidades amostrais/experimentais (Incorpore a aleatorização);
- Estratificação/Bloco é bom, mas o delineamento precisa ser incorporado na análise adequada;
- Se os planos iniciais não derem certo no campo/laboratório pare e reflita novamente sobre as implicações de cada decisão;
- Quando estiver em campo/laboratório e algo não funcionou como planejado durante a coleta de dados, sempre anote as mudanças realizadas;
- Um bom delineamento consegue até prever se uma moeda vai dar cara ou coroa (ver artigo sobre o Euro e dos Bayesianos).

## **EXERCÍCIO 6**



**Encontramos diferenças significativas na produção de sementes entre unidades amostrais localizadas na face norte (menor produção de sementes) e na face sul (maior produção de sementes)**

**A hipótese de excesso de incidência de radiação sobre as folhas, afetando a fotossíntese e a reprodução, foi corroborada?**

**Qual outro processo/mecanismo poderia determinar essas diferenças?**

**Será que diferenças entre faces N e S ocorrem em função do ressecamento do solo nas faces norte?**



**Como separar o efeito da radiação sobre as folhas e do ressecamento do solo?**

**O menor número de sementes produzido pelas plantas localizadas na face norte é explicado pelo efeito do excesso de radiação sobre as folhas ou pelo efeito do ressecamento do solo?**



**FASE 3 DO PROJETO:** Avaliar possíveis mecanismos que podem explicar as diferenças na produção de sementes entre as plantas localizadas nas faces norte e sul das montanhas.

**Atividade:** Elaborar um experimento que responda a pergunta colocada acima