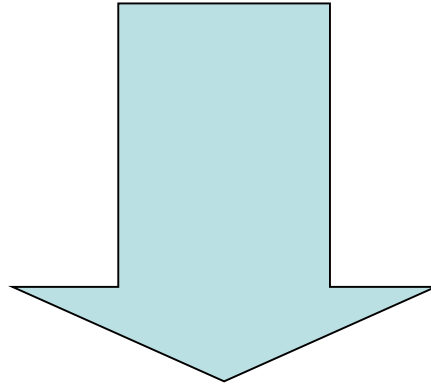


# DELINEAMENTOS ESTATÍSTICOS

Realização de experimentos planejados para obter amostras e provar ou não hipóteses em consideração



# DELINEAMENTOS EXPERIMENTAIS

Durante o planejamento do experimento, a escolha do delineamento deve ser feita basicamente em função:

da **homogeneidade** das parcelas experimentais,

- da **área que se tem disponível** para a realização do experimento (campo, casa de vegetação, laboratório, etc.),
- dos **objetivos da pesquisa** e
- dos **materiais disponíveis** para realização do experimento.

# Delineamento inteiramente casualizado (DIC)

- É o delineamento mais simples, e para ser utilizado exige que **todas as parcelas experimentais sejam homogêneas**.
- As condições ambientais também deverão ser as **mais uniformes** possíveis, a fim de que, o único componente que possa vir a sofrer variação de uma parcela para outra, sejam os tratamentos.





Por essa razão

....normalmente esse tipo de delineamento é aplicado em experimentos realizados em **laboratório** ou **casa de vegetação**, por ser mais fácil o controle do ambiente.

### LABORATÓRIO

Umidade

Temperatura

Horários constante

Mesmo técnico

### CASA DE VEGETAÇÃO

Vasos iguais

Mesmo substrato

Mesma irrigação

Mesma exposição!

Não pode haver variação entre as parcelas!!!

## Mas caso o experimento seja realizado em área de CAMPO...

A área deve ser homogênea, ou seja:

- possuir mesmo tipo de solo e
- igual fertilidade em toda sua extensão,
- além de receber mesmo tratamento (adubação, irrigação, etc.), **exceto se alguns desses fatores forem os tratamentos em teste.**

**Exemplo:** Se desejarmos comparar a preferência de uma praga “X” por 4 variedades de cana-de-açúcar (Tratamentos: VA, VB, VC, VD), podemos instalar vasos com as diferentes variedades em uma casa de vegetação e submetê-las ao ataque da praga, a fim de comparar os resultados. Supondo 5 repetições (1, 2, 3, 4, 5), temos:

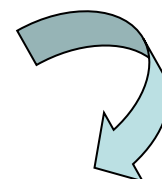
1 B	5 D	3 A	4 B	5 A
4 C	5 C	1 D	2 A	3 D
1 A	2 D	3 C	2 B	4 D
2 C	3 B	4 A	1 C	5 B

❖ Nesse caso, em um experimento com 4 tratamentos e 5 repetições, **teremos 20 parcelas homogêneas**, onde os tratamentos e repetições deverão ser sorteados aleatoriamente na área experimental.

❖ Dessa forma **se tudo estiver adequado, esse é o delineamento perfeito e os tratamentos terão condições de manifestar seus verdadeiros efeitos, sem a influência ambiental.**

Um possível modelo para análise, de forma esquemática é:

**Resposta = média de tratamentos + resíduo**



Os resíduos conterão todos demais efeitos, especialmente biológicos e ambientais, não contidos no efeito de cada tratamento.

## VANTAGEM DO DIC EM RELAÇÃO AOS OUTROS DELINEAMENTOS

- **Qualquer número de tratamentos ou repetições pode ser usado:** o número de repetições também pode variar de um tratamento para outro, intencionalmente (pela falta de parcelas ou material) ou por acidente (morte de planta = perda de parcela), sem que isso dificulte a análise.

Mas....devemos preferir usar o mesmo número de repetições para todos os tratamentos, para que a média dos tratamentos (estatística) tenha o mesmo erro padrão.



# ANOVA DO DIC

Um possível modelo de análise, de forma esquemática é:

**Resposta= média de tratamentos +  
resíduo (ERRO PURO)**

**Com essas informações podemos organizar a Tabela de análise de variância:**

FV	GL	SQ	QM	F
TRATAMENTOS (modelo de médias)	(t-1)	SQTRAT	QMTRAT	QMTRAT/ QMRES
ERRO PURO (resíduo)	(n-t)	SQRES	QMRES	
TOTAL	(n-1)			

Sendo  $t = n^{\circ}$  de tratamentos;  $n =$  total de observações.

# **Delineamento em blocos completos casualizados (DBC)**

**CARACTERIZA-SE POR POSSUIR BLOCOS**

Trataremos inicialmente do DBC com **uma única repetição de todos os tratamentos, dentro de cada bloco**, ou seja, dessa forma o **número de repetições será igual ao número de blocos**.

Como veremos...

**bloco** é um subconjunto de parcelas homogêneas, em que os tratamentos deverão manifestar seus efeitos de forma independente e de forma aditiva.

Por exemplo, **parcelas numa mesma altitude (curva de nível)**, árvores de mesma altura, espécie ou diâmetro, etc.

**Em princípio, os blocos podem diferir entre si em menor ou maior grau...**



## **MAS.....CUIDADO!!**

....tais diferenças não podem causar interação entre os blocos e os tratamentos, porque essa interação irá inflacionar o erro experimental e reduzir a precisão do experimento.

**Teoricamente se um tratamento se comportar melhor em um determinado bloco, é conveniente que esse mesmo tratamento seja melhor em todos os blocos.**

Devido as suas características, como:

- a facilidade de instalação,
- separação de cada repetição em um bloco,
- além da realização de grande parte dos experimentos agrícolas serem realizados no campo (geralmente em áreas heterogêneas, devido a falta de áreas uniformes)

**O DBC É O DELINEAMENTO MAIS UTILIZADO  
NA EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA**

Tomando o mesmo exemplo anterior, se agora quisermos testar as 4 variedades (**Tratamentos: Va, Vb, Vc, Vd**), no campo e vamos ter novamente **5 repetições**, há necessidade de 5 conjuntos (blocos) de parcelas homogêneas dentro de cada bloco.

Os tratamentos deverão ser sorteados aleatoriamente dentro de cada bloco, então teremos de realizar 5 sorteios diferentes.

d  
e  
s  
c  
r  
i  
p  
t  
i  
v  
e





No caso de **experimentos instalados em área de campo**, os blocos devem ser formados por parcelas paralelamente à curva de nível, com as linhas de plantio, tratos culturais, colheita, etc. também dispostos paralelamente à curva de nível.

Se o **experimento for instalado em laboratório**, por exemplo, o bloco poderá ser o operador, ou cada dia em que os resultados forem medidos.

Na prática é usual usar a expressão **controle local**, para definir um delineamento que seja instalado com blocos.

Um possível modelo de análise, de forma esquemática é:

**Resposta= média de tratamentos + efeito de blocos + resíduo**

# DELINEAMENTO EM QUADRADO LATINO (DQL)

**o conceito de bloco é aplicado duas vezes!!**

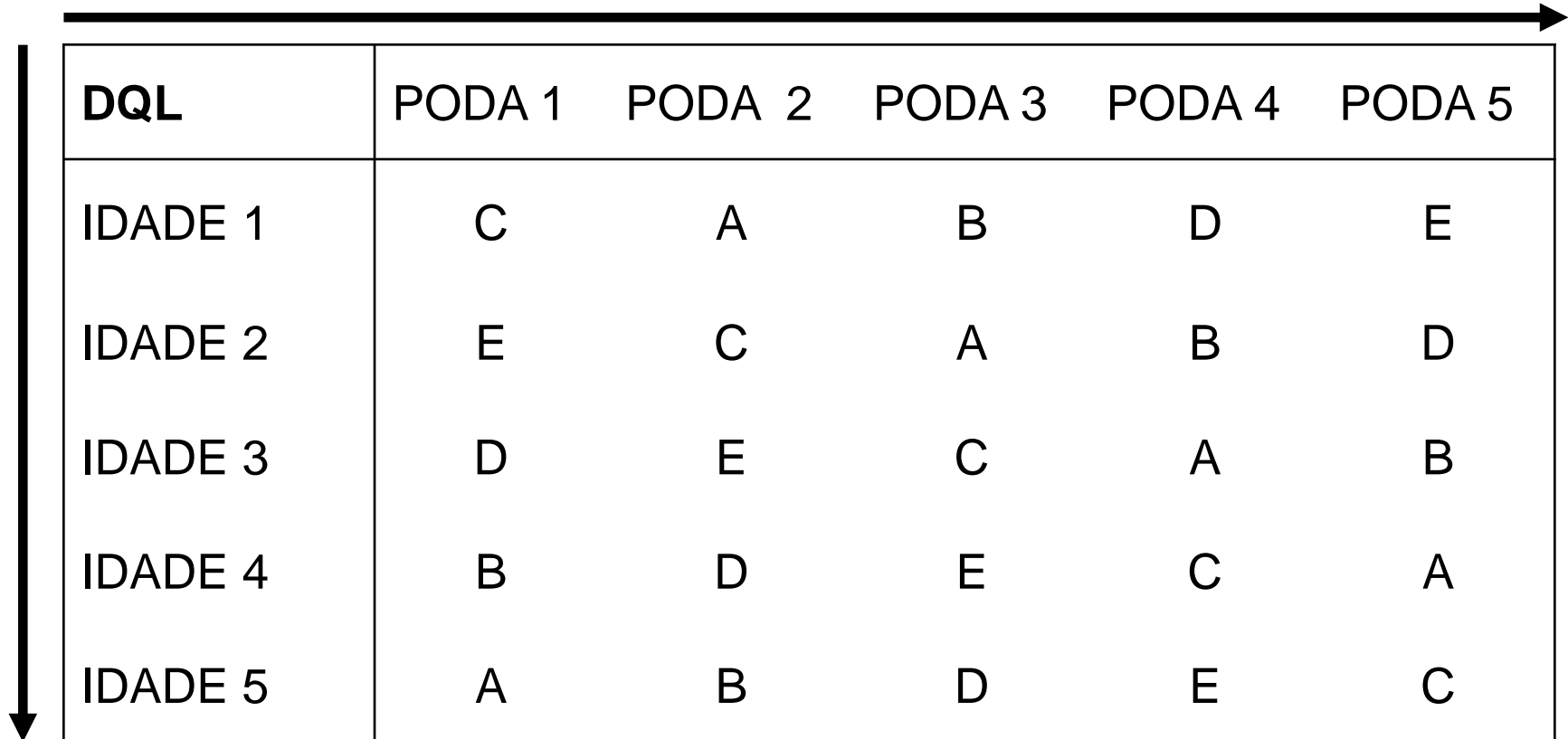
- Permite o controle da heterogeneidade entre as parcelas quanto aos **dois fatores de variação**. É como se as parcelas fossem agrupadas segundo uma tabela de dupla entrada, em que uma classifica quanto aos níveis do fator “A” de heterogeneidade e outra classifica quanto aos níveis do fator “B” de heterogeneidade.
- Cada fator deve ter o mesmo número de níveis. Ou seja, **o número de linhas e o número de colunas da tabela devem ser iguais.**

## Exemplo

Seja, um experimento no campo, em que cada parcela é constituída por 5 plantas de *Citrus sp.* (A, B, C, D, E). E as plantas variam quanto a idade (fator A) e a forma de poda (fator B).

Ou seja, se tivermos 5 diferentes tipos de poda e 5 idades diferentes, as respostas podem ser analisadas por DQL (5x5).

Colocando o **fator idade na linha** e o fator **forma de poda como coluna**, temos o seguinte esquema de análise:



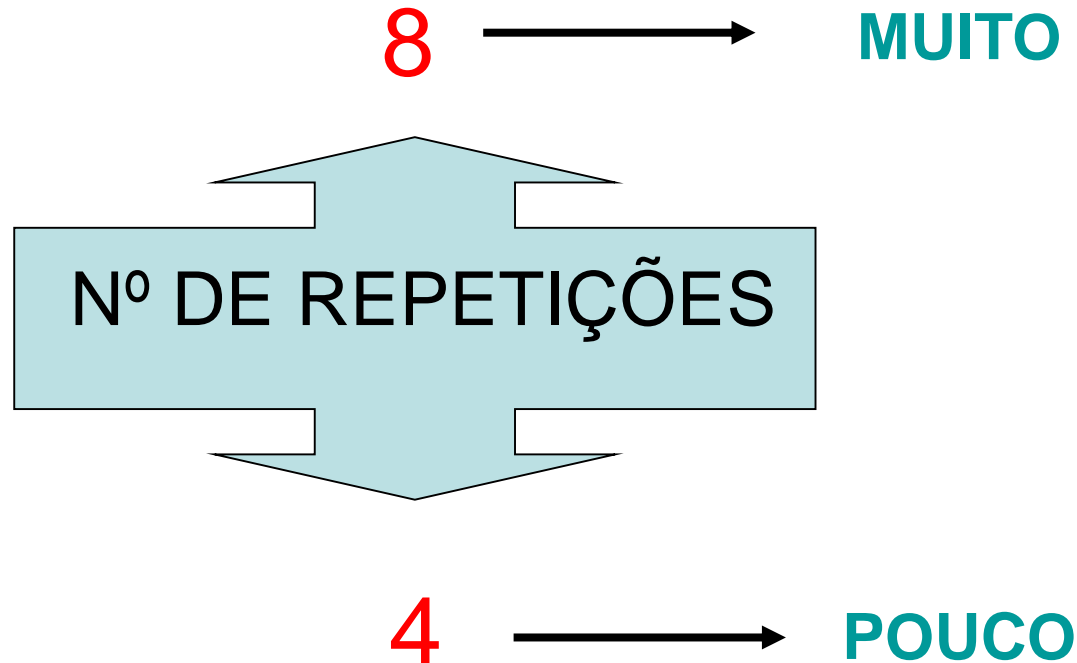
DQL	PODA 1	PODA 2	PODA 3	PODA 4	PODA 5
IDADE 1	C	A	B	D	E
IDADE 2	E	C	A	B	D
IDADE 3	D	E	C	A	B
IDADE 4	B	D	E	C	A
IDADE 5	A	B	D	E	C

Teremos então 25 parcelas experimentais, ou seja, 5 idades e 5 formas de poda, nas quais podemos avaliar 5 tratamentos.

Os tratamentos deverão ser sorteados nas linhas e nas colunas, de modo que todos os tratamentos estarão em todas as linhas e em todas as colunas, de forma balanceada.

O fato de o número de tratamentos ser igual ao número de repetições é uma **limitação** ao uso deste delineamento.

## EXEMPLO



# APLICAÇÃO DO QUADRADO LATINO

Este delineamento é, muitas vezes, utilizado para eliminar a variação (heterogeneidade) do solo em duas direções perpendiculares (linhas numa direção e colunas na direção perpendicular), considerando-se a **localização topográfica das parcelas**.

Isso acontece normalmente em solos baixos, onde se usam drenos em duas direções, ou que tenham influência de ventos, rios, matas, etc.



Verificamos, no esquema do experimento acima, que para cada classe de idade e forma de poda aplicou-se uma vez cada tratamento, portanto, cada idade e forma de poda constitui um bloco.

Há, neste caso, **um duplo bloqueamento** ou duplo controle local e portanto, duas restrições na casualização dos tratamentos nas parcelas. **Assim o controle local desse delineamento é mais rigoroso que no DBC.**

Um possível modelo esquemático, para explicar o DQL, nesse exemplo é:

**Resposta= média de tratamentos + efeito de linha (idade) + efeito de coluna (poda) + resíduo.**

## OUTROS DELINEAMENTOS

Os delineamentos discutidos anteriormente (DIC, DBC, DQL) são os mais simples e utilizados, mas existem outros delineamentos específicos, que as vezes são necessários, principalmente **quando o número de tratamentos é muito grande, e fica difícil organizar blocos com parcelas homogêneas.**

**Usamos nesses casos, os chamados  
delineamentos em blocos incompletos**

Os delineamentos incompletos podem ser:

- ✓ balanceados, BIB,
- ✓ parcialmente balanceados ou
- ✓ não balanceados (látices, blocos aumentados, blocos com tratamentos comuns).
- ✓ ETC

# DELINEAMENTO DE TRATAMENTOS

Já entendemos que delineamento experimental é a forma de dispor as parcelas no campo.

ENTÃO...

delineamento de tratamentos que é a **forma de escolher os tratamentos.**

Os tratamentos podem ser dispostos de diversas nas formas:

➤ **Um fator, com níveis ou valores qualitativos.**

Os tratamentos não podem ser ordenados segundo um critério numérico, mas diferem por qualidades. Podem ser variedades, marcas, processos, etc.

**Ex:** experimentos de competição de cultivares de uma cultura. Modelo usual de análise: uma média para cada nível do fator.

➤ **Um fator, com níveis quantitativos.**

Os tratamentos representam valores ordenáveis, como por exemplo, doses, espaçamentos, densidades, tempo, distâncias, etc.

**Ex:** experimentos testando diferentes doses de nitrogênio no plantio de uma cultura. Modelo usual de análise: ANOVA em função das médias (modelo de médias) ou uma curva de respostas em função das doses (análise de regressão).

## ➤ **Mais de um fator ou experimentos fatoriais.**

Um experimento é denominado fatorial quando duas ou mais séries de tratamentos (fatores) são estudadas simultaneamente, no mesmo experimento.

Os tratamentos que compõem cada fator são chamados níveis do fator e as combinações entre os níveis dos fatores formam os tratamentos do experimento fatorial. Nesse caso, os fatores podem estar cruzados ou aninhados, ser qualitativos ou quantitativos.



Um fato importante e que pode acontecer é existir **interação entre os fatores**, nesse caso as respostas podem mostrar efeitos sinérgicos positivos ou negativos.

**Os experimentos fatoriais** são utilizados com frequência e **podem ser instalados em qualquer um dos delineamentos experimentais**. Existem técnicas especiais para análise dos efeitos dos fatores e de suas interações, aulas adiante..

# Além disso

- Como será visto adiante, o(s) fator(es) poderão ter níveis fixos, representando os níveis que se quer comparar ou ter níveis aleatórios representando amostras de populações que se quer avaliar.