

Universidade Federal de Goiás

Bioestatística

Prof. Adriano Sanches Melo - Dep. Ecologia – ICB  
asm.adrimelo@gmail.com

Página do curso:  
<http://www.ecologia.ufrgs.br/~adrimelo/bioestat>

# Teste t pareado e Anova em Bloco

Aulas anterior:

Teste t Anova → Amostras ao acaso

Hoje:

Quando o espaço não é homogêneo e sabemos disto

# Teste t pareado

Exemplo clássico: Livro Box, Hunter e Hunter:

Queremos saber se um novo tipo de borracha (N) usada em solas de sapato possui durabilidade diferente do tipo tradicional (T). Podemos fazer este experimento (A):

1. Vamos até uma escola e pedimos 14 crianças voluntárias.
2. Sorteamos aleatoriamente 7 crianças e oferecemos sapatos com sola N. Para as outras damos com sola T.
3. Voltamos depois de 20 dias e pedimos os sapatos de volta para que possamos medir a durabilidade.
4. Analisamos os dados com um teste t.

O experimento acima é absolutamente válido. Entretanto, podemos esperar grandes variações entre crianças (nossas observações) dentro de cada tratamento:

→ menor durabilidade para crianças mais pesadas e/ou mais ativas.

Lembre-se que maior a variabilidade dentro do tratamento, menor nosso poder em detectar uma diferença entre os tratamentos, caso ela exista.

SABENDO que temos variação,  
podemos melhorar nosso experimento

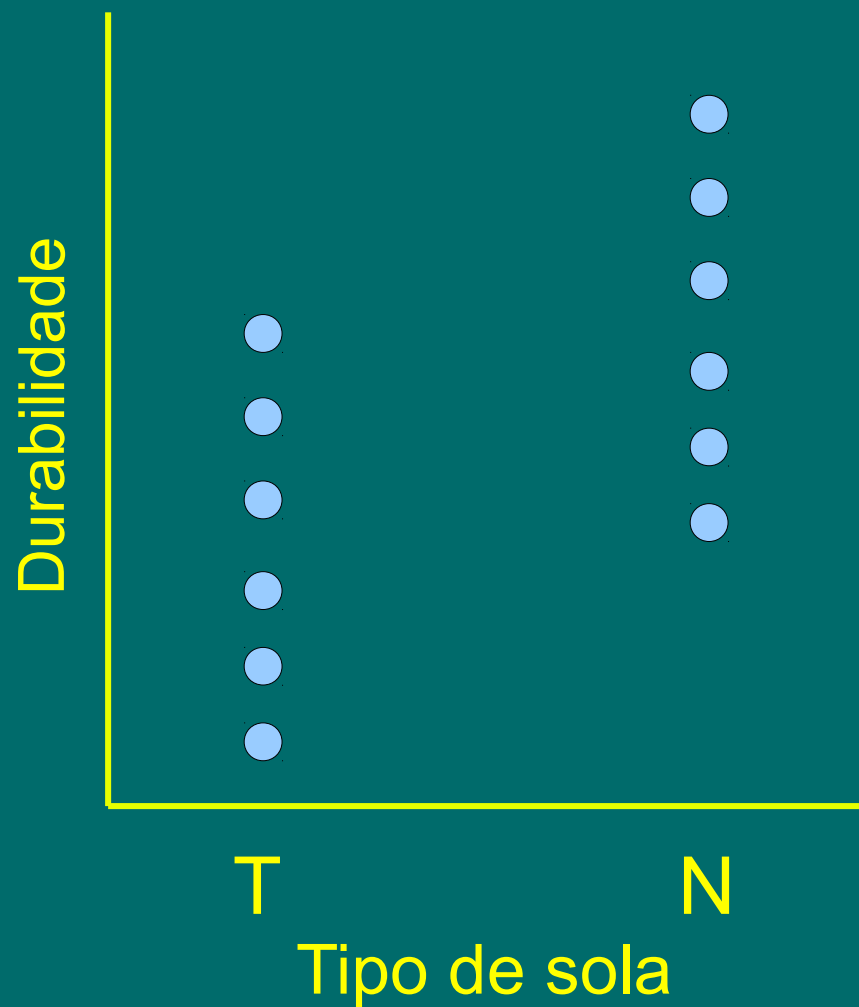
Podemos comparar as durabilidades das borrachas 'dentro' da própria criança!

### Experimento (B)

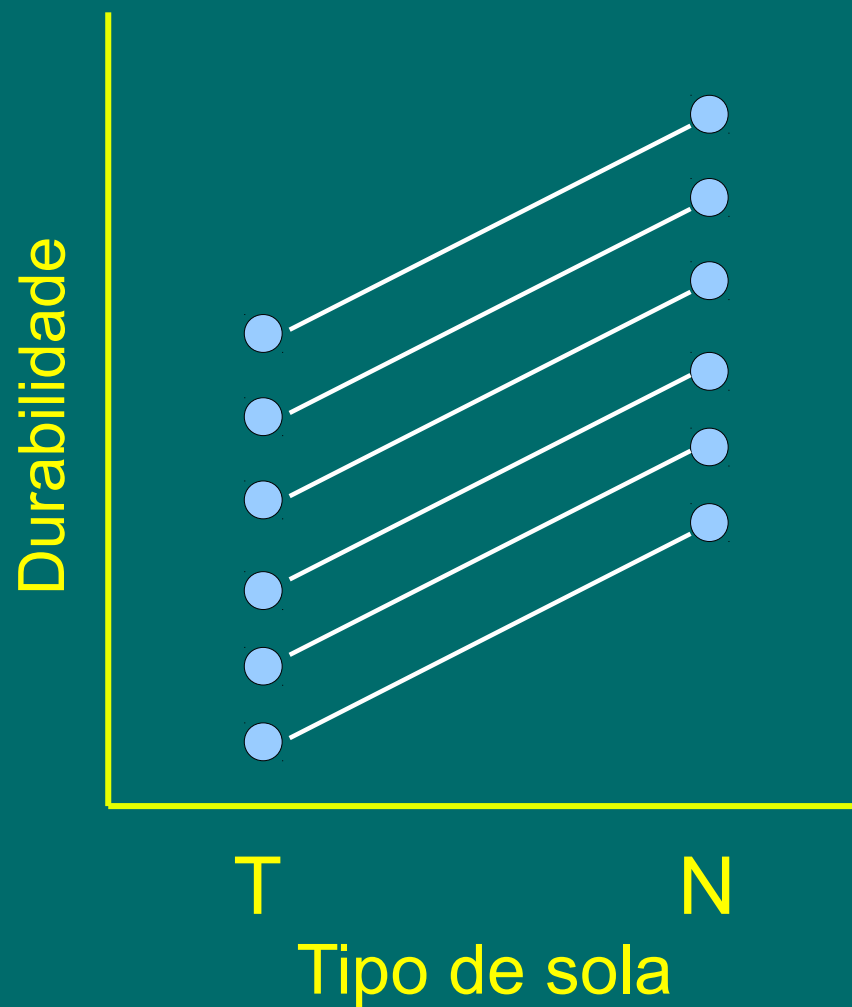
1. Vamos até uma escola e pedimos 14 crianças voluntárias.
2. Para cada criança, oferecemos 1 pé de sapato com sola N e outro com sola T.
3. Voltamos depois de 20 dias e pedimos os sapatos de volta para que possamos medir a durabilidade.
4. Analisamos os dados com um teste t pareado.

# Possíveis resultados

## Experimento A

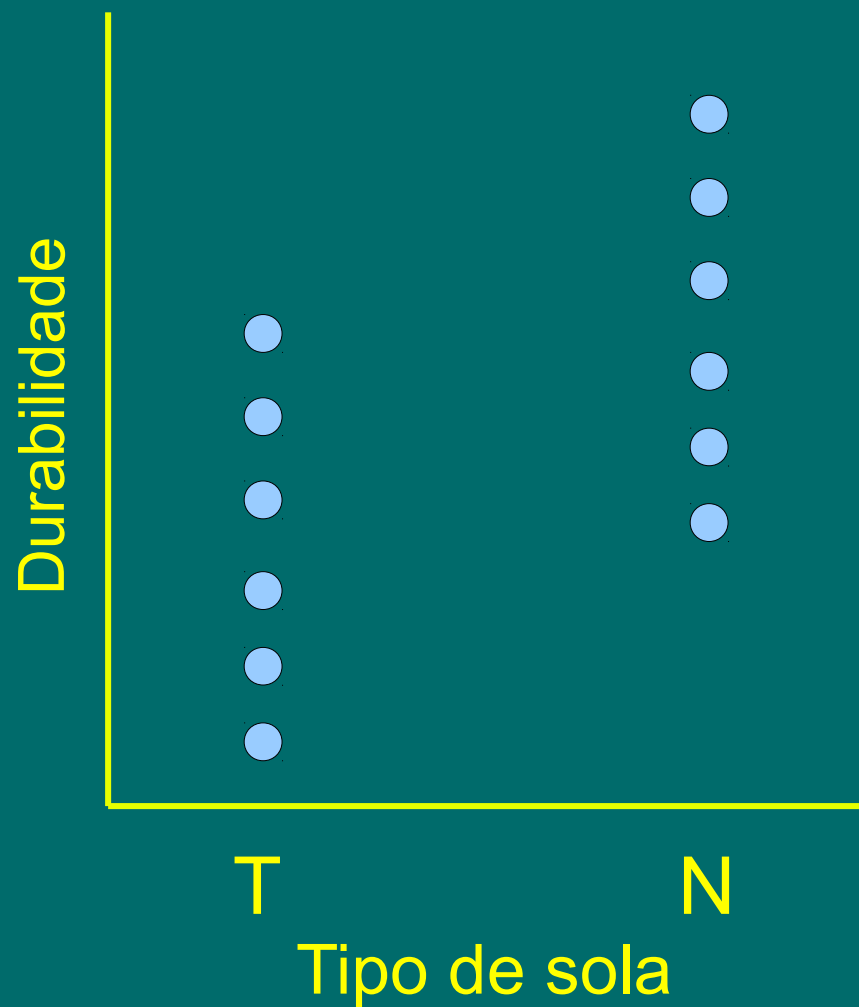


## Experimento B

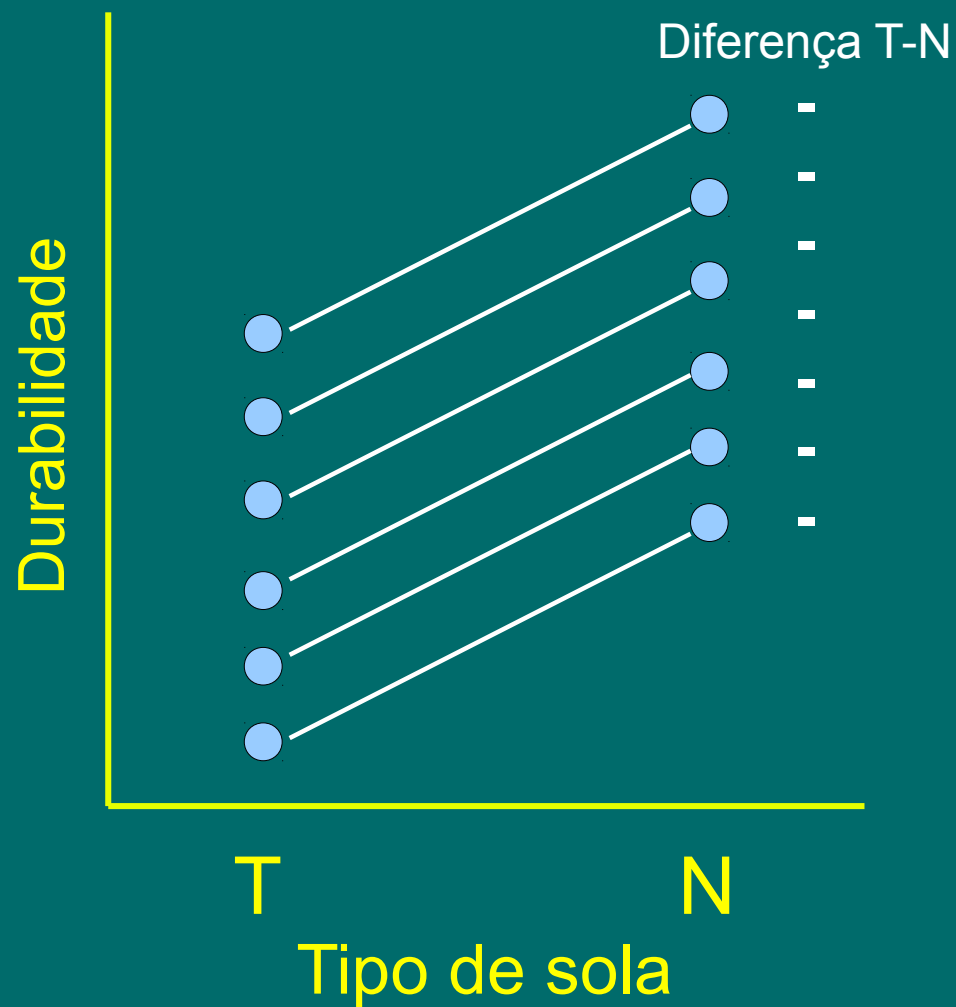


# Possíveis resultados

## Experimento A

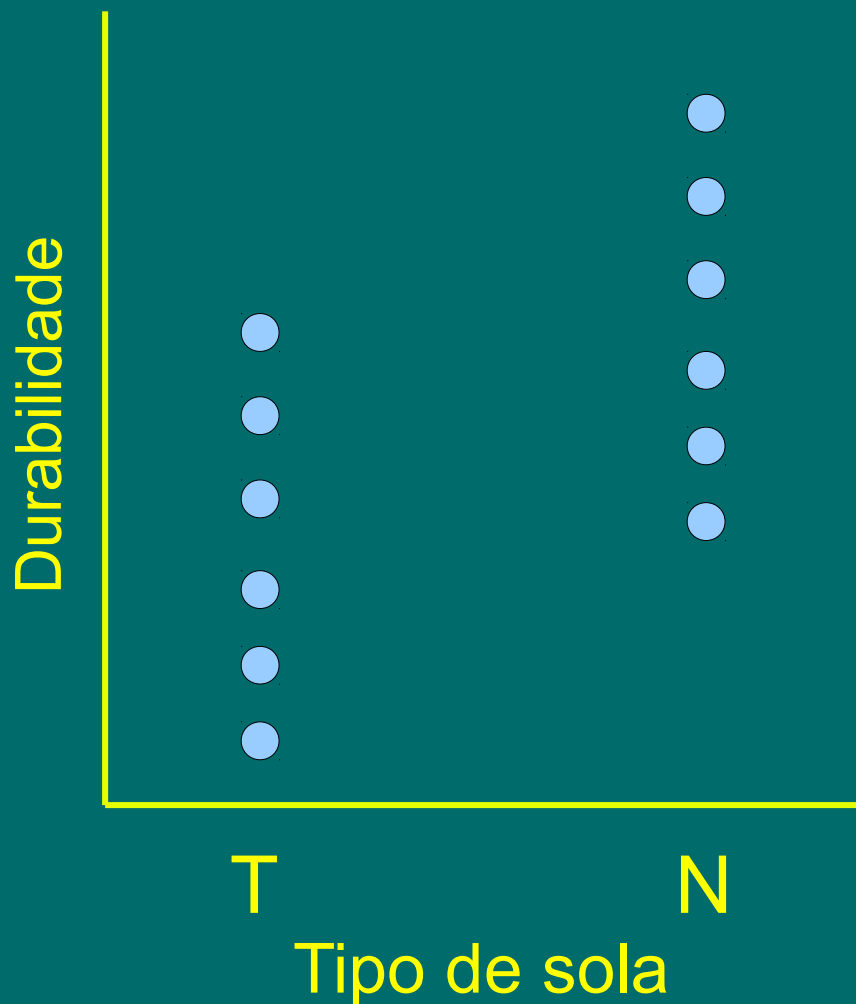


## Experimento B



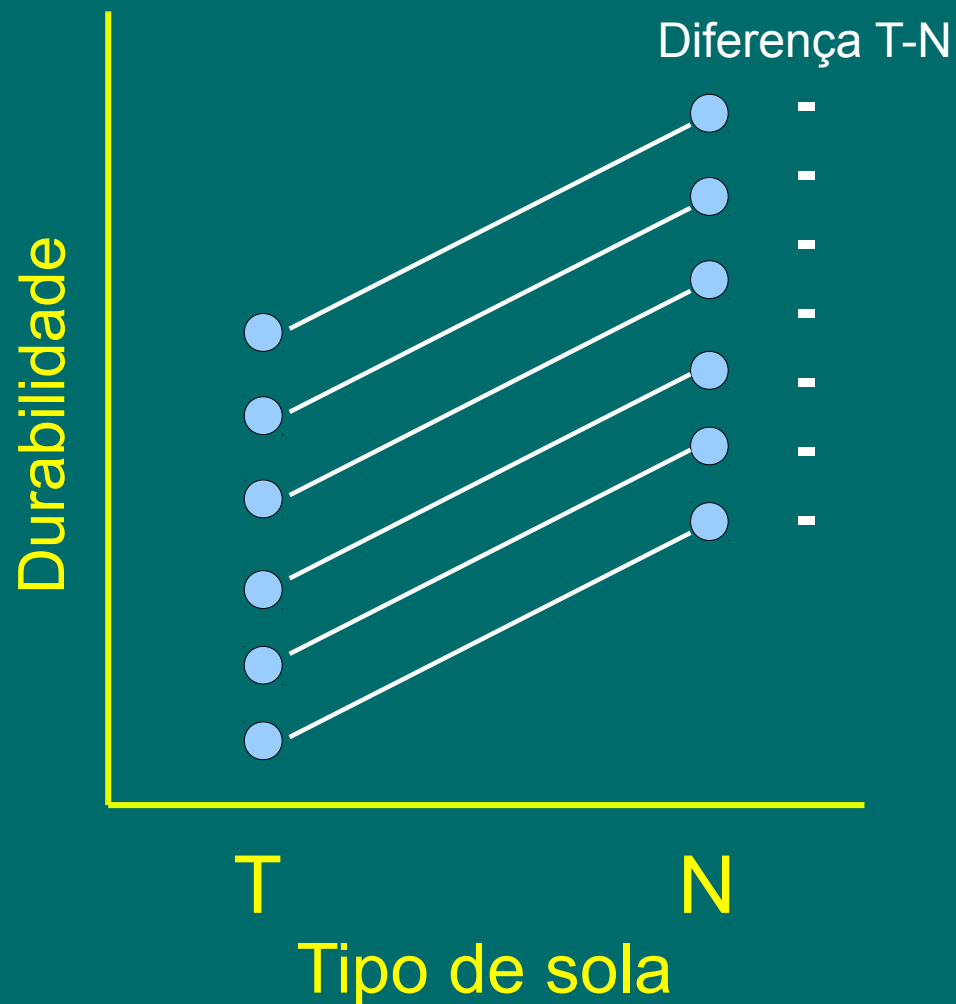
# Possíveis resultados

## Experimento A



Análise com teste t:  
Médias não diferem

## Experimento B



Análise com teste t pareado:  
Diferenças diferem de zero

# Teste t pareado: Como analisar

Criança	Sola	Durabilidade
A	N	8
A	T	6
B	N	7
B	T	5.5
C	N	9
C	T	8.5
D	N	11
D	T	9

SQT

$y$	$-\bar{y}$	$e$	$e^2$
8	- 8 = 0	→	0
6	- 8 = -2	→	4
7	- 8 = -1	→	1
5,5	- 8 = -2,5	→	6,25
9	- 8 = 1	→	1
8,5	- 8 = 0,5	→	0,25
11	- 8 = 3	→	9
9	- 8 = 1	→	<u>1</u>
			22,5

Média geral = 8,0

Média sola N = 8,75

Média T = 7,25

SQSola

$$((\text{Média N} - \text{Média geral})^2) * 4 = 2,25$$

$$((\text{Média T} - \text{Média geral})^2) * 4 = \frac{2,25}{4,50}$$

SQCriança

$$((\text{Média A} - \text{Média geral})^2) * 2 = 2$$

$$((\text{Média B} - \text{Média geral})^2) * 2 = 6,125$$

$$((\text{Média C} - \text{Média geral})^2) * 2 = 1,125$$

$$((\text{Média D} - \text{Média geral})^2) * 2 = \frac{8}{17,25}$$



## Novamente, a Tabela de Análise de Variância

Fonte	SQ	g.l.	QM	F	p
Regressão (SQsola)	4,50	1	4,50	18	0,023
Par (SQcriança)	17,25	3	5,75	23	0,014
Erro (SQE)	0,75	3	0,25		
<b>Total (SQT)</b>	<b>22,50</b>	<b>7</b>			

OU usando teste t para uma amostra → Diferença igual ou diferente de zero

Diferença entre crianças → 2, 1,5, 0,5, 2 → média = 1,5

DP diferenças → 0,707

Erro Padrão diferenças → DP/sqrt(n) → 0,707/sqrt(4) → 0,353

$t = 1,5 / 0,353 = 4,24$  ---  $4,24^2 = 18$

$$t = \frac{\text{Média}}{\text{Erro Padrão}}$$

Posso escolher entre teste t e teste t pareado?

--> A escolha é feita no planejamento !!!

# Blocos: Quando temos mais de 2 níveis do fator de interesse

Experimento feito por Flecker (1996)

Avaliação dos efeitos do peixe *Prochilodus mariae* sobre invertebrados, diatomáceas e algas filamentosas.

Suponha que o rio é bastante heterogêneo e isto cause muita variação indesejada dentro dos grupos. Ou seja, poderíamos desconfiar de que a fauna entre corredeiras seja distinta.

No planejamento, poderíamos incluir blocos para controlar tal variação.

Neste caso, temos 3 níveis do fator de estudo

Co = controle

Ce2 = Controle de procedimento

Ce4 gaiola de exclusão com 4 lados

*O trabalho é feito por corredeiras, cada corredeira sendo 1 bloco.*

Note que em cada corredeira existe uma réplica de cada tratamento.

Poderíamos ter mais de uma réplica por corredeira.

Note também que a posição do tratamento dentro da corredeira é aleatória.



*Prochilodus mariae*  
(Curimbatá ou Curimba)

Flecker, A.S. 1996. Ecosystem engineering by a dominant detritivore in a diverse tropical stream. *Ecology* 77:1845-54.

fotos: A.S. Flecker



foto: M. Landines (Fishbase)



Unidades experimentais

1      2      3

**Bloco 1**



Co    Ce2    Ce4

**Bloco 2**



Ce2    Ce4    Co

**Bloco 3**



Ce4    Ce2    Co

**Bloco 4**



Ce2    Co    Ce4

**Bloco 5**

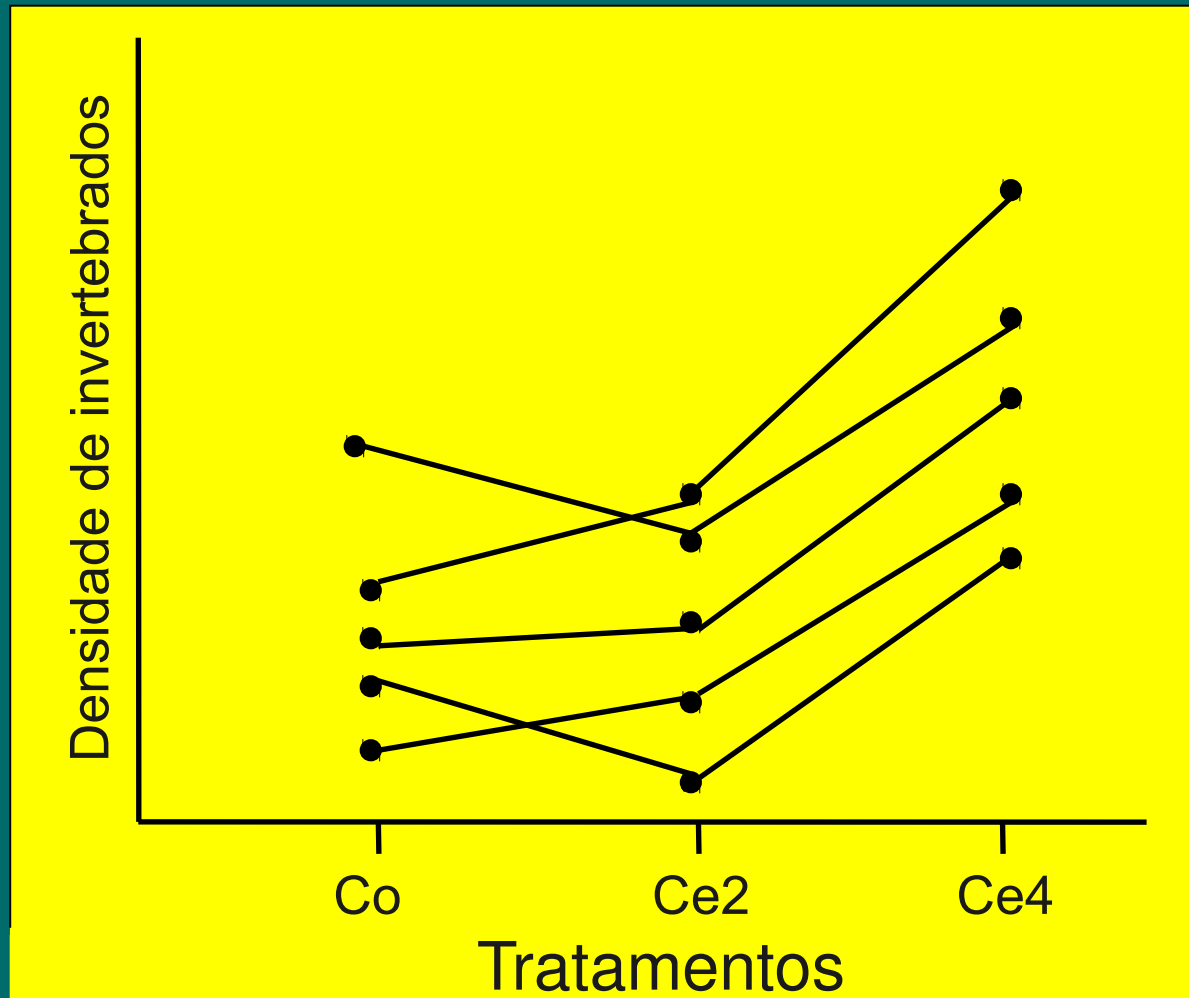


Co    Ce4    Ce2

Fluxo



## Possível resultado



Neste caso o uso de blocos é bastante útil. Se analisássemos como 3 amostras independentes (Anova com 1 fator e 3 níveis) talvez não detectaríamos uma diferença significativa, pois existe muita variabilidade dentro de cada tratamento. Note sobreposição do tratamento Ce4 com os outros dois.

## Sugestão de estudo:

Vieira, S. 2008. Introdução à Bioestatística. 4a ed. Elsevier. (Cap. 13)