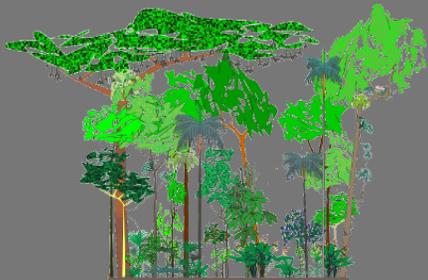


Estatística Frequentista

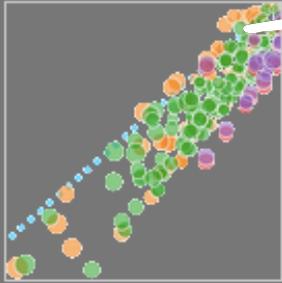
Teste Clássicos

Alexandre Adalardo de Oliveira

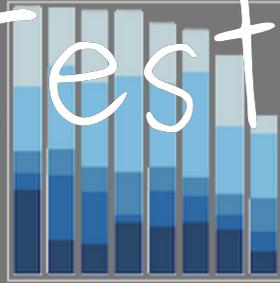
PlanECO 2019



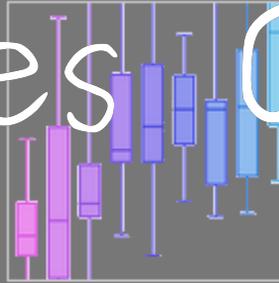
Line and Scatter Plots



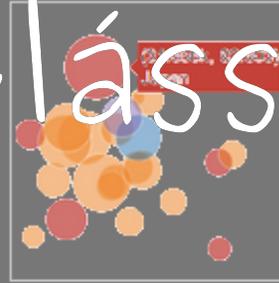
Bar Charts



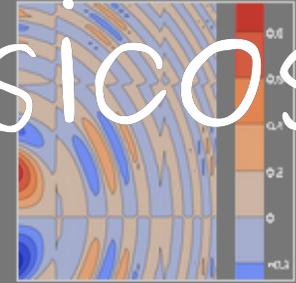
Box Plots



Bubble Charts

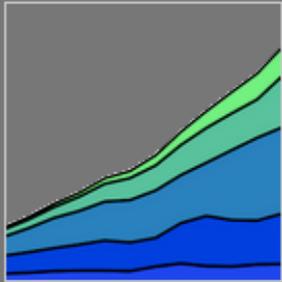


Contour Plots

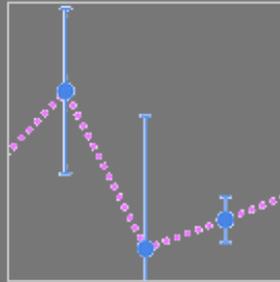


Testes Clássicos

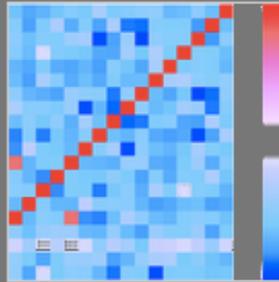
Filled Area Plots



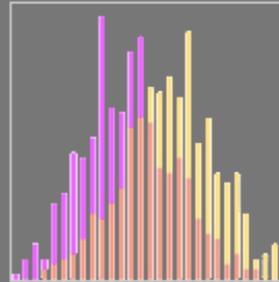
Error Bars



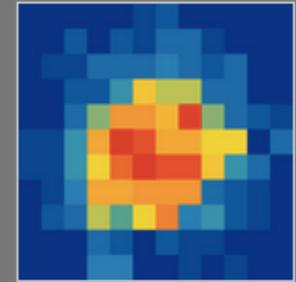
Heatmaps



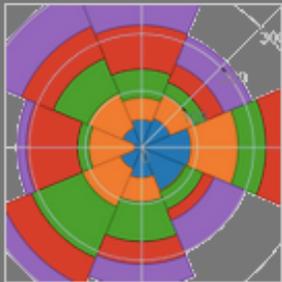
Histograms



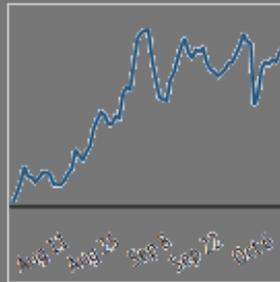
2D Histograms



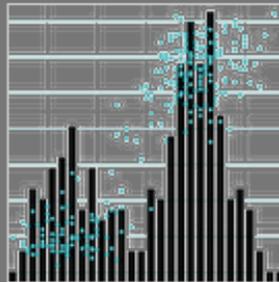
Polar Charts



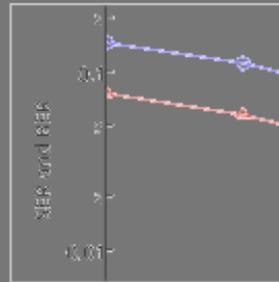
Time Series



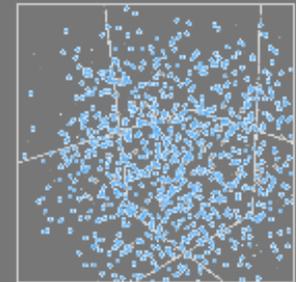
Multiple Chart Types



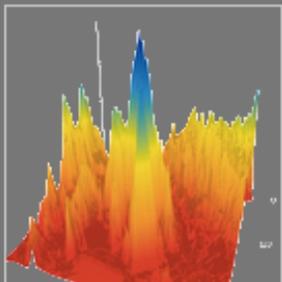
Log Plots



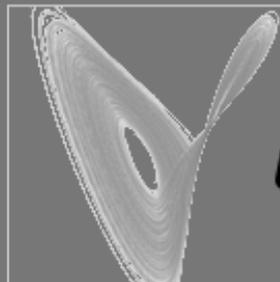
3D Scatter Plots



3D Surface Plots



3D Line Plots



PIAnEco

Conteúdo

- testes clássicos frequentistas
- razão de variâncias
- tabela de anova

Testes Clássicos

Resposta	Preditoras	Teste	Hipótese
Categórica	Categórica	Qui-quadrado	independência
Contínua	Categórica(2)	Teste-t	$\mu_1 = \mu_2$
Contínua	Categórica (>2)	Anova	$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$
Contínua	1 Contínua	Regressão	$\beta_1 = 0$
Contínua	>1 Contínua	Reg. múltipla	$\beta_1 = 0; \beta_n = 0$
Contínua	Cont + Cat	Ancova	$\beta_1 = \beta_2; \alpha_1 = \alpha_2$
Proporção	Contínua	Reg. Logística	$\text{logit}(\beta_1) = 1$

Testes Clássicos

Tipo de Variável		Estatística Clássica	
Resposta	Preditora	Teste	Hipótese
Categórica	Categórica	Qui-quadrado	independência
Contínua	Categórica (2 níveis)	Teste t	$\mu_1 = \mu_2$
Contínua	Categórica	Anova	$\mu_1 = \mu_2 = \mu_n$
Contínua	1 Contínua	Regressão	$\beta_1 = 0$
Contínua	>1 Contínua	Reg. múltipla	$\beta_1 = 0 ; \beta_n = 0$
Contínua	Cont + Categ	Ancova	$\beta_1 = \beta_2 ; \alpha_1 = \alpha_2$
Proporção	Contínua	Reg. Logística	$logit(\beta_1) = 1$

Anova: um exemplo

arenoso	argiloso	húmico
6	17	13
10	15	16
8	3	9
6	11	12
14	14	15
17	12	16
9	12	17
11	8	13
7	10	18
11	13	14

Crawley, R. 2007. The R Book.

Anova: um exemplo

Tradução livre da descrição do livro “The R Book” (🌐 [Crawley, 2007](#))



Roberto Crawley, autor “The R Book”

“... a melhor forma de entender o que está acontecendo é trabalharmos um exemplo. Temos um experimento em que a produção agrícola por unidade de área é medido em 10 campos de cultivo selecionadas aleatoriamente para cada um de tipos de três tipos de solo. Todos os campo foram semeados com a mesma variedade de semente e manejados com as mesmas técnicas (fertilizantes, controle de pragas). O objetivo é verificar se o tipo de solo afeta significativamente o rendimento de culturas, e caso afete, quanto.”²⁾

Anova: um exemplo

arenoso	argiloso	húmico
6	17	13
10	15	16
8	3	9
6	11	12
14	14	15
17	12	16
9	12	17
11	8	13
7	10	18
11	13	14

Um exemplo **ERRADO!**

Anova: um exemplo

	solo	colhe
1	are	6
2	are	10
3	are	8
4	are	6
5	are	14
11	arg	17
12	arg	15
13	arg	3
14	arg	11
15	arg	14
21	hum	13
22	hum	16
23	hum	9
24	hum	12
25	hum	15

Anova: gráfico padrão

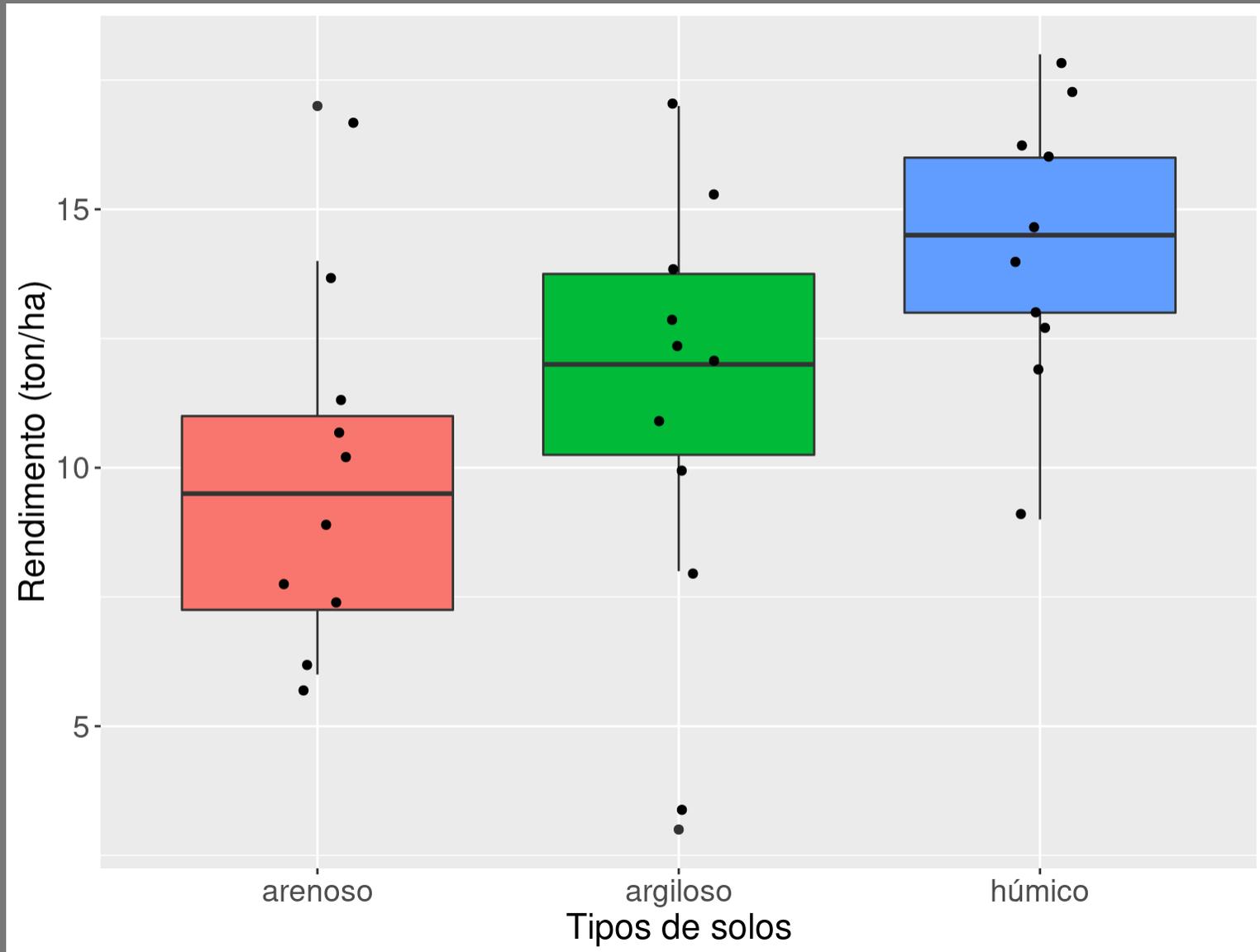
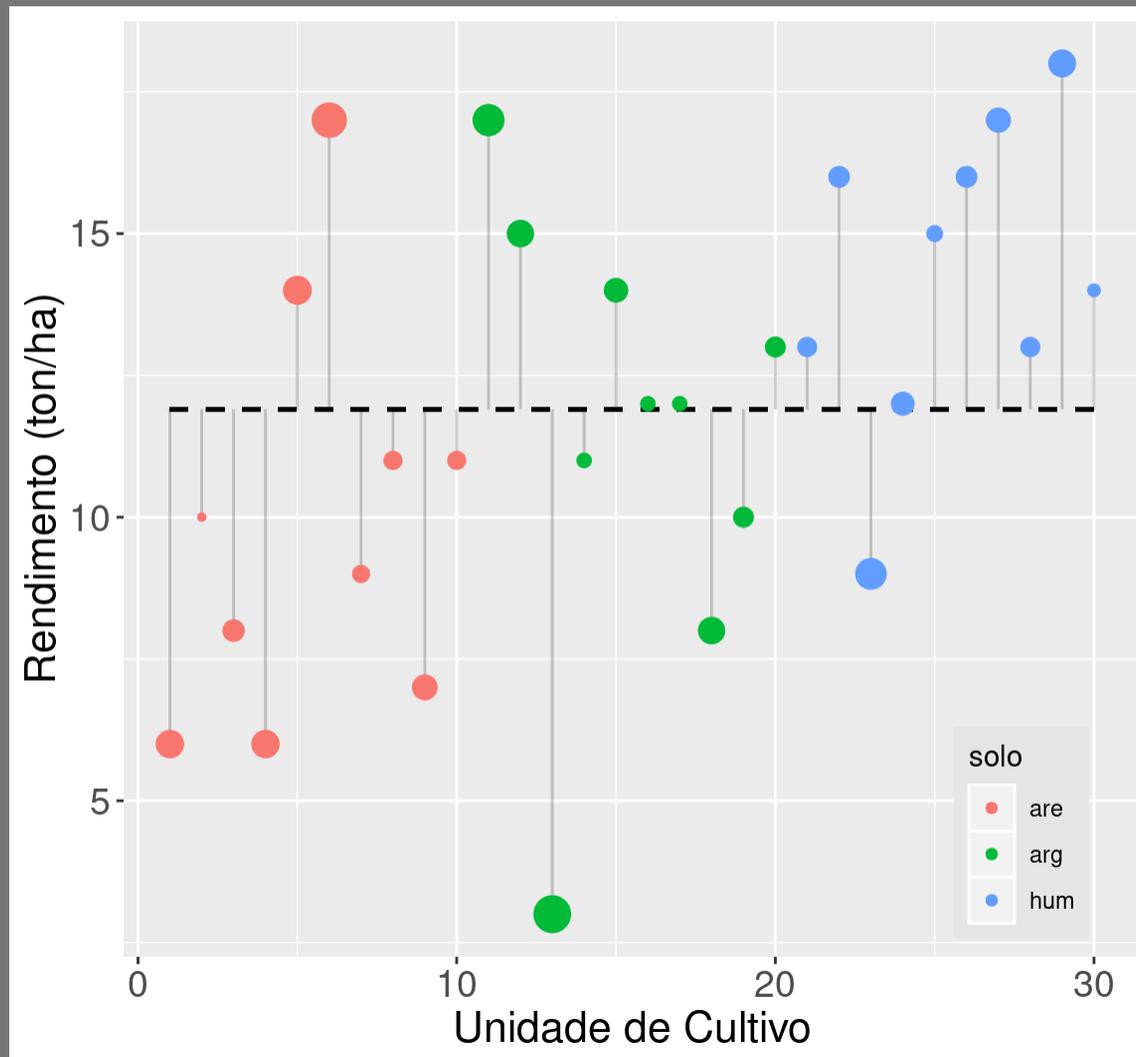


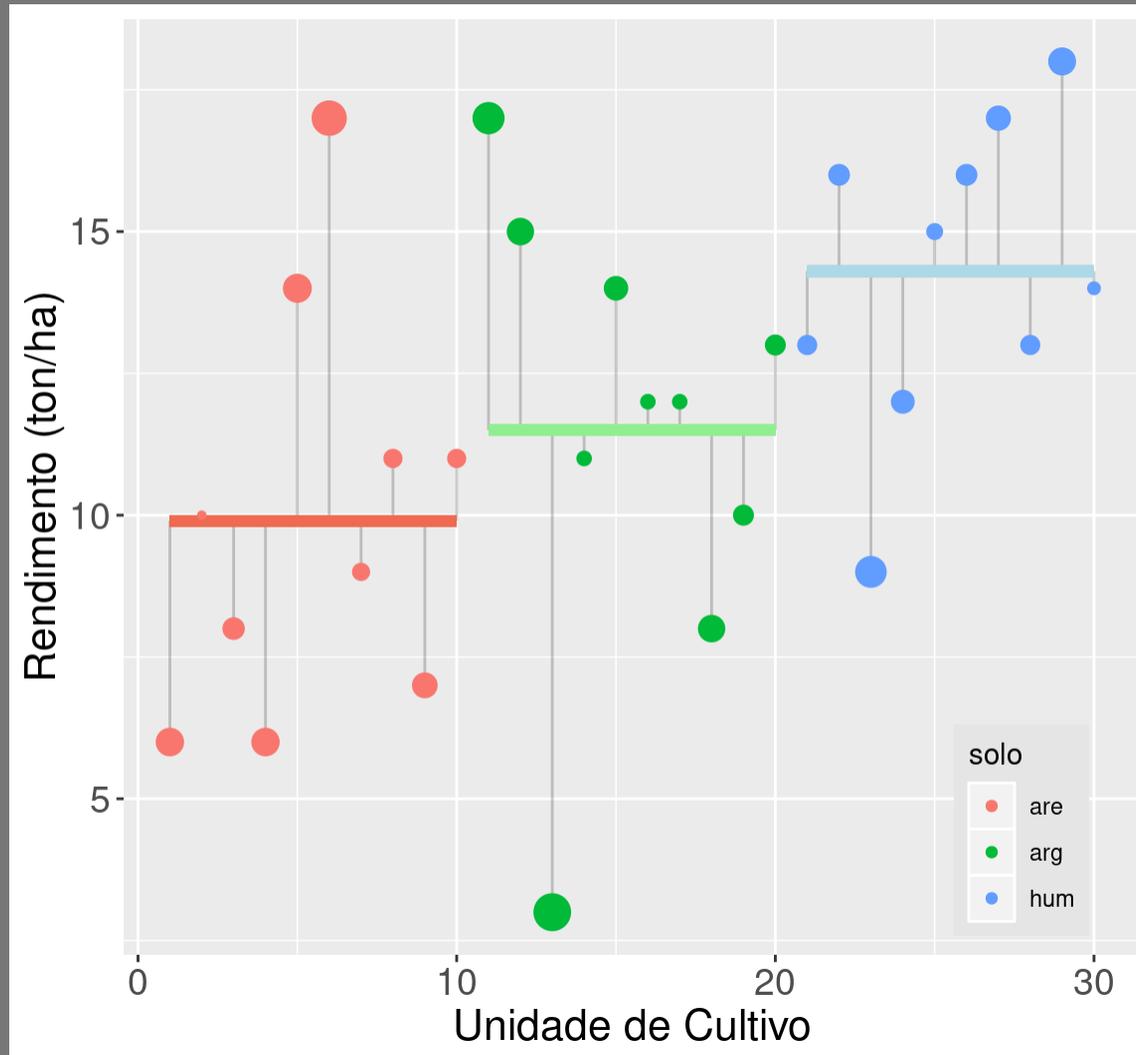
Gráfico dos desvios

A variação total dos dados



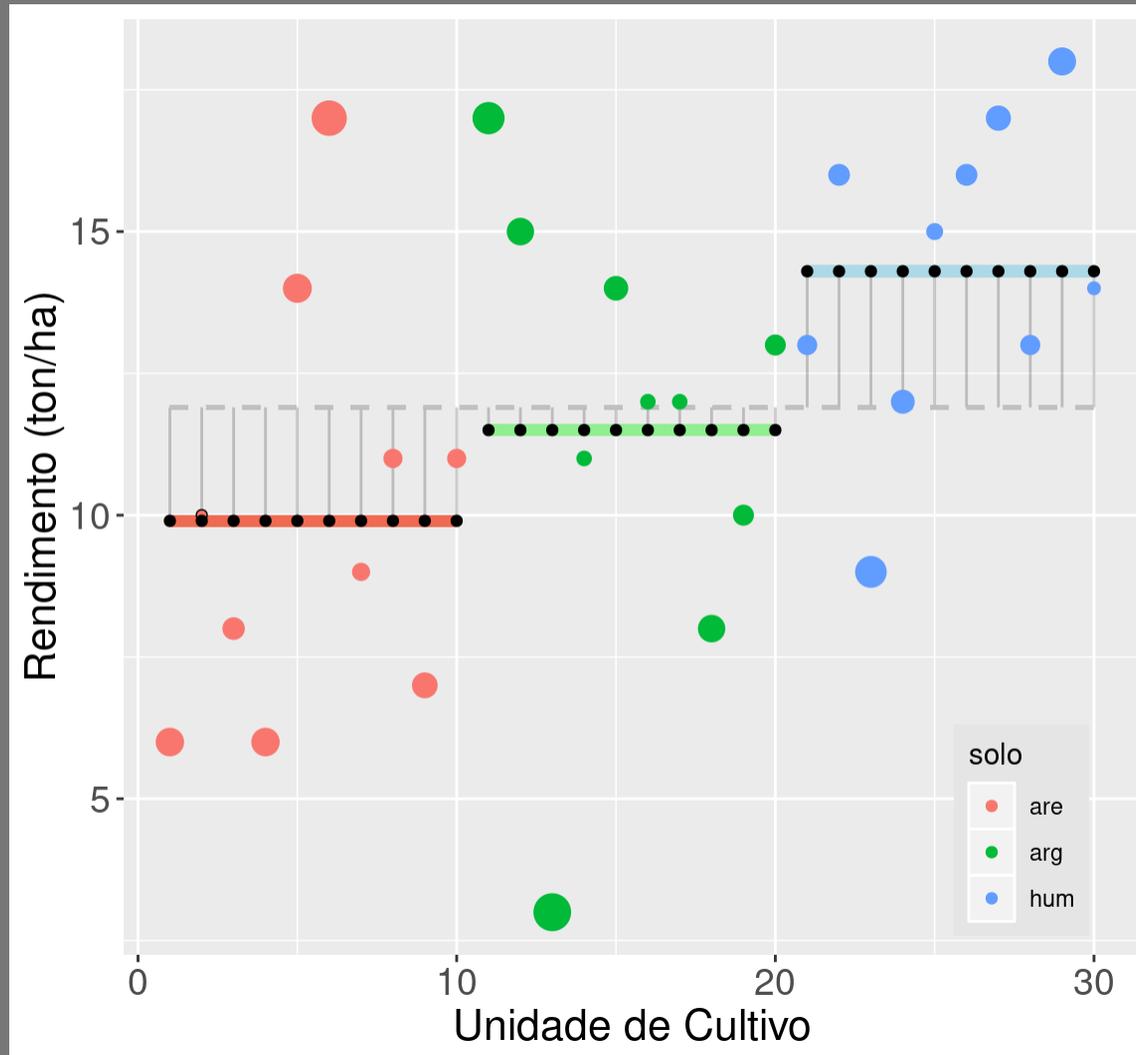
A variação interna

Observação difere da média do grupo

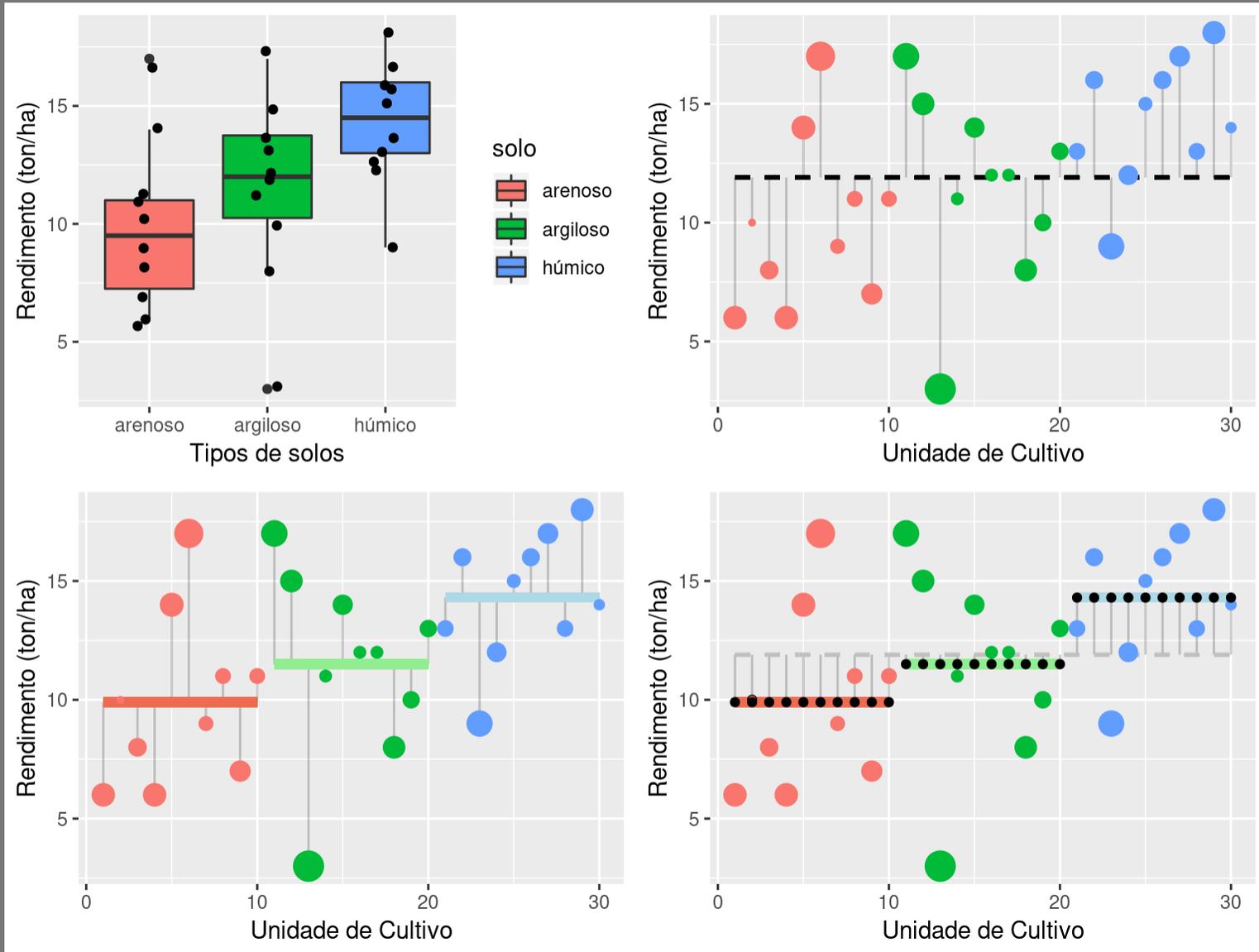


A variação entre os grupos

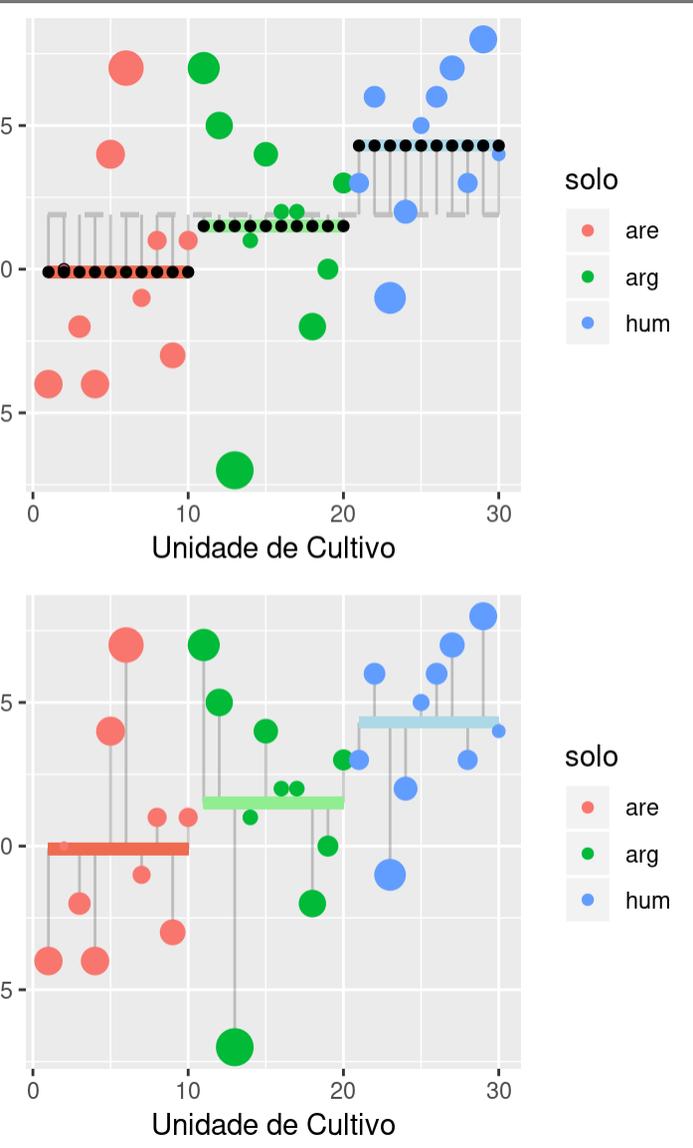
O quanto a média dos grupos difere da geral



Anova: partição da variância



Anova: partição da variância



Estatística

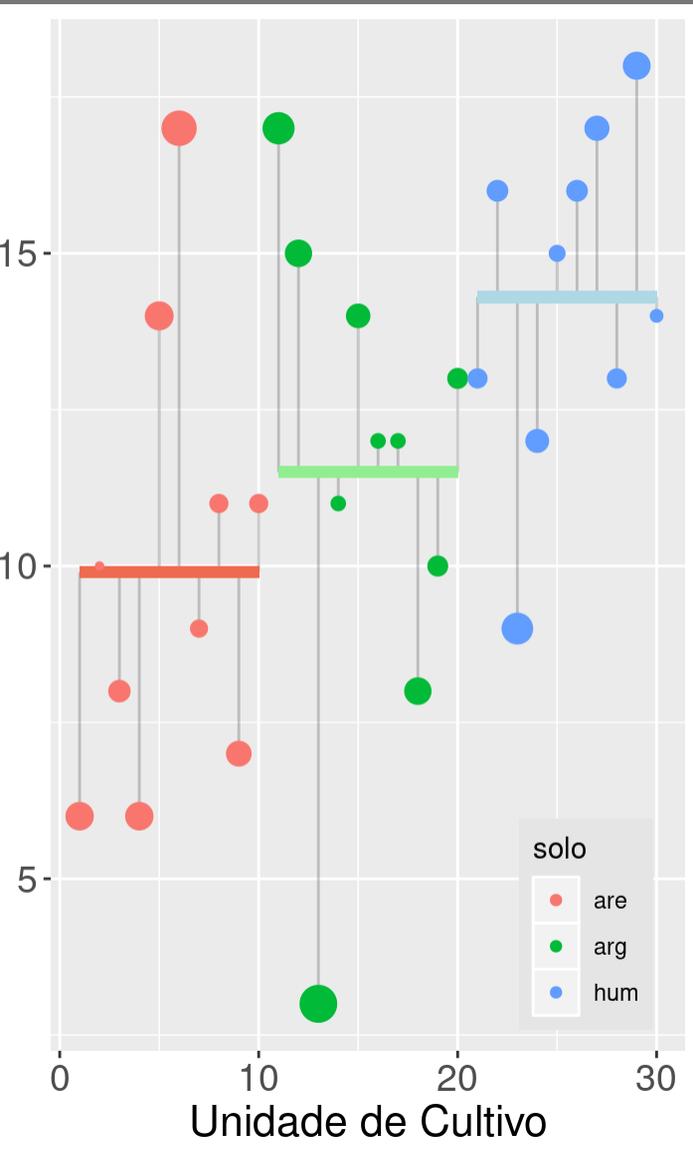
Razão

$$F =$$

$$F = \frac{M}{M}$$

Médias Quadráticas: intra

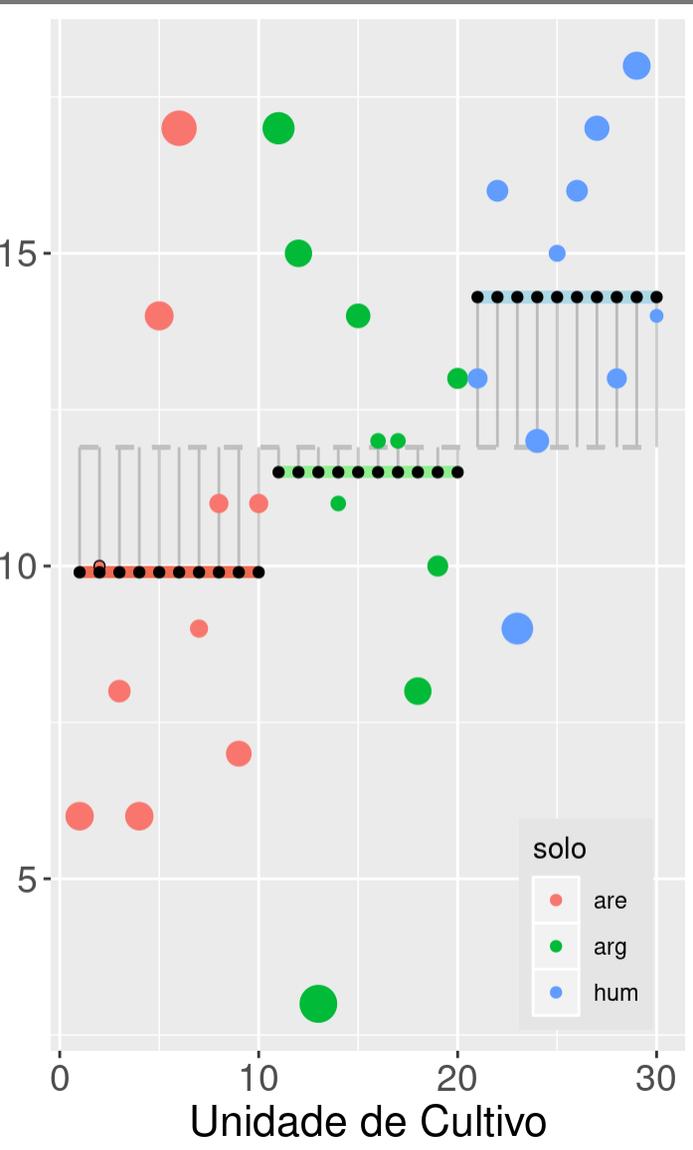
Médias Quadráticas Intra



$$SQ_{intra} = \sum_{i=1}^k$$

$$MQ_{intra}$$

Médias Quadráticas: entre



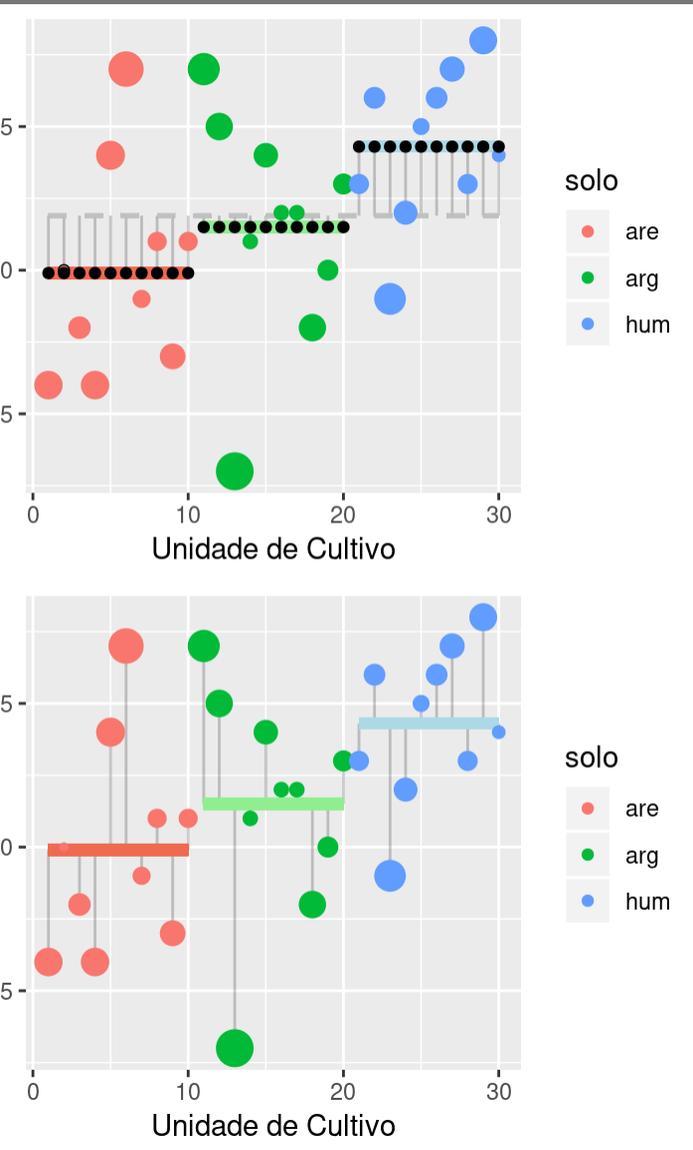
$$SQ_{entre} = \sum_{i=1}^k$$

$$MQ_{entre}$$

Estatística F

$$F = \frac{M}{M}$$

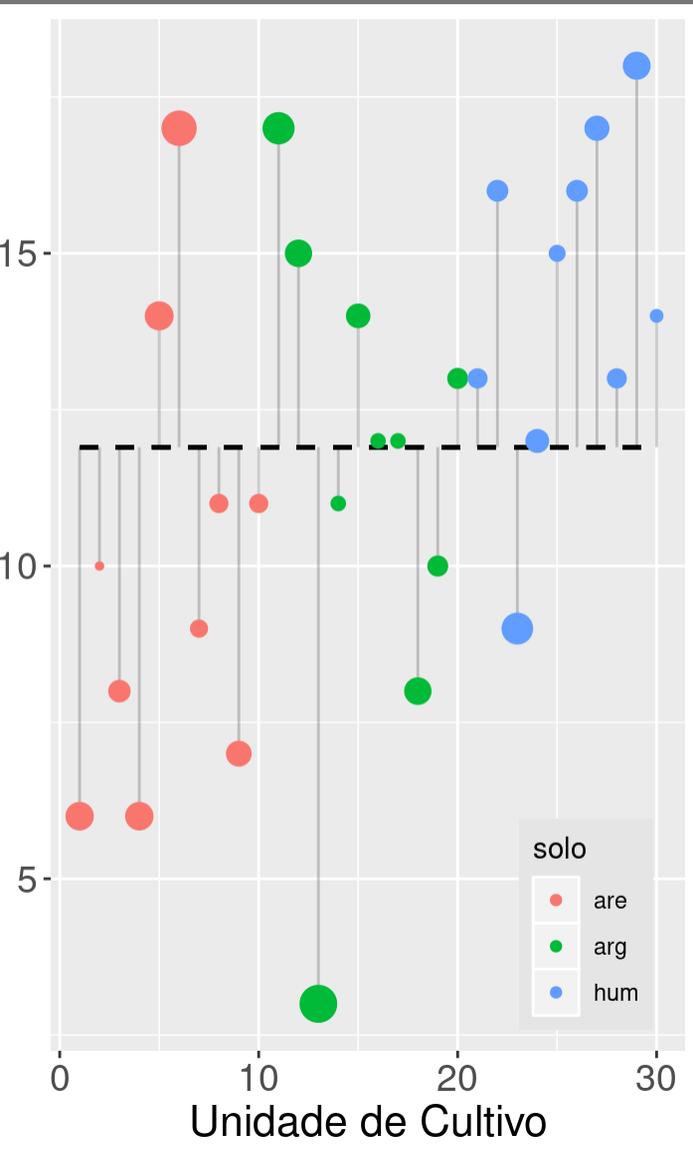
$$F =$$



Construindo a tabela de Anova

Fonte	Desvio Quadrático	Graus de Liberdade	Desvio Médio	Razão das Variâncias	P-valor
Entre Grupos					
Intra Grupos					
TOTAL	x				

Desvios Quadráticos: total



	solo	colhe	r
1	are	6	
2	are	10	
3	are	8	
11	arg	17	
12	arg	15	
13	arg	3	
21	hum	13	
22	hum	16	
23	hum	9	

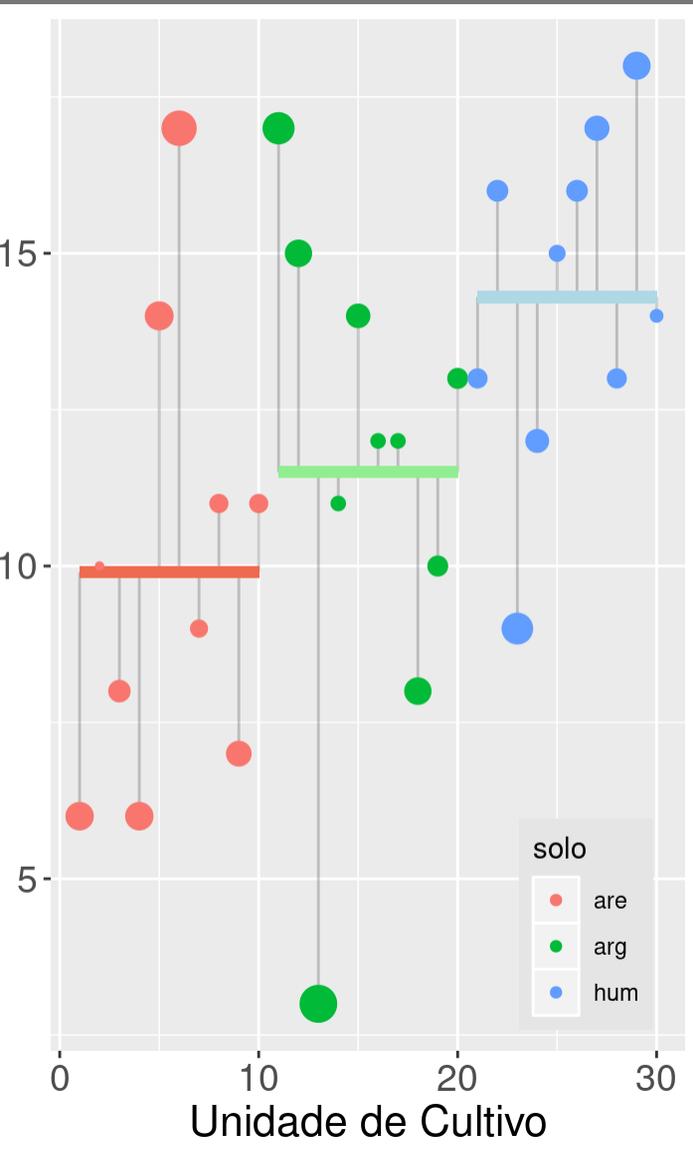
Soma dos

```
## [1] 414.7
```

Construindo a tabela de Anova

Fonte	Desvio Quadrático	Graus de Liberdade	Desvio Médio	Razão das Variâncias	P-valor
Entre Grupos					
Intra Grupos	x				
TOTAL	414.7				

Desvios Quadráticos: intra



	solo	colhe	r
1	are	6	
2	are	10	
3	are	8	
11	arg	17	
12	arg	15	
13	arg	3	
21	hum	13	
22	hum	16	
23	hum	9	

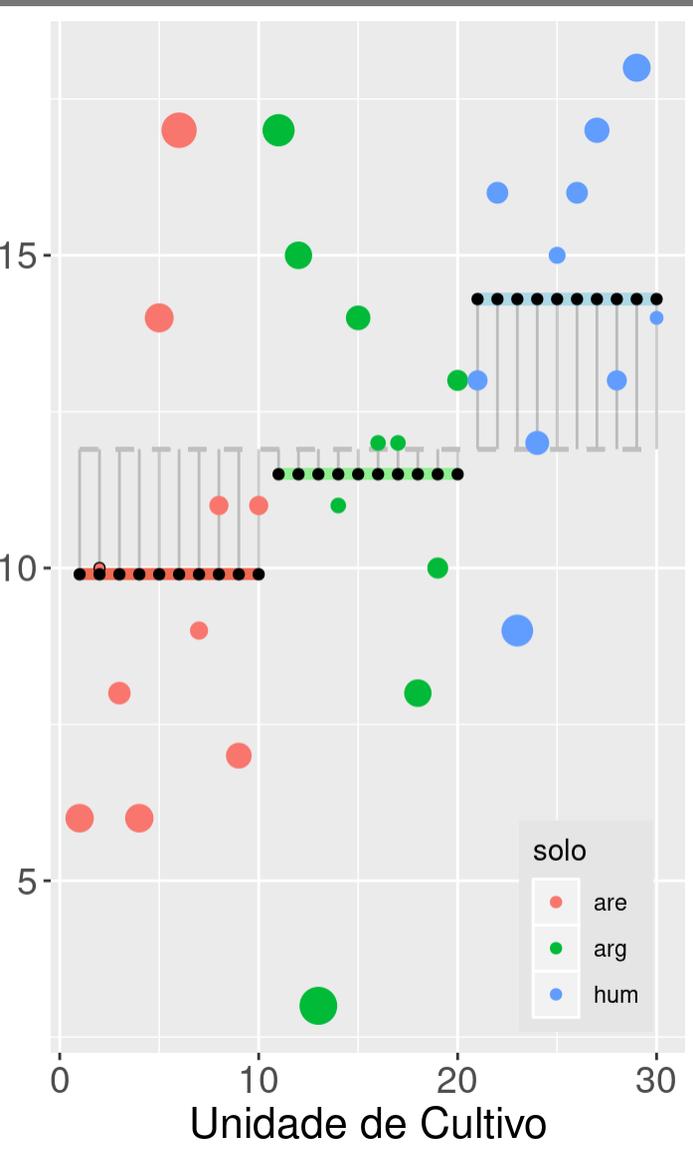
Soma dos

```
## [1] 315.5
```

Construindo a tabela de Anova

Fonte	Desvio Quadrático	Graus de Liberdade	Desvio Médio	Razão das Variâncias	P-valor
Entre Grupos	x				
Intra Grupos	315.5				
TOTAL	414.7				

Desvios Quadráticos: entre



	solo	colhe	r
1	are	6	
2	are	10	
3	are	8	
11	arg	17	
12	arg	15	
13	arg	3	
21	hum	13	
22	hum	16	
23	hum	9	

Soma dos

[1] 99.2

Construindo a tabela de Anova

Fonte	Desvio Quadrático	Graus de Liberdade	Desvio Médio	Razão das Variâncias	P-valor
Entre Grupos	99.2				
Intra Grupos	315.5				
TOTAL	414.7				

Construindo a tabela de Anova

Fonte	Desvio Quadrático	Graus de Liberdade	Desvio Médio	Razão das Variâncias (F)	P-valor
Entre Grupos	99.2	2	X	X	
Intra Grupos	315.5	27	X		
TOTAL	414.7	29			

Construindo a tabela de Anova

Fonte	Desvio Quadrático	Graus de Liberdade	Desvio Médio	Razão das Variâncias (F)	P-valor
Entre Grupos	99.2	2	49.6	4.24	0.025
Intra Grupos	315.5	27	11.7		
TOTAL	414.7	29			

Estadística F

$$F = \frac{\sigma_{entre}^2}{\sigma_{intra}^2}$$

ou

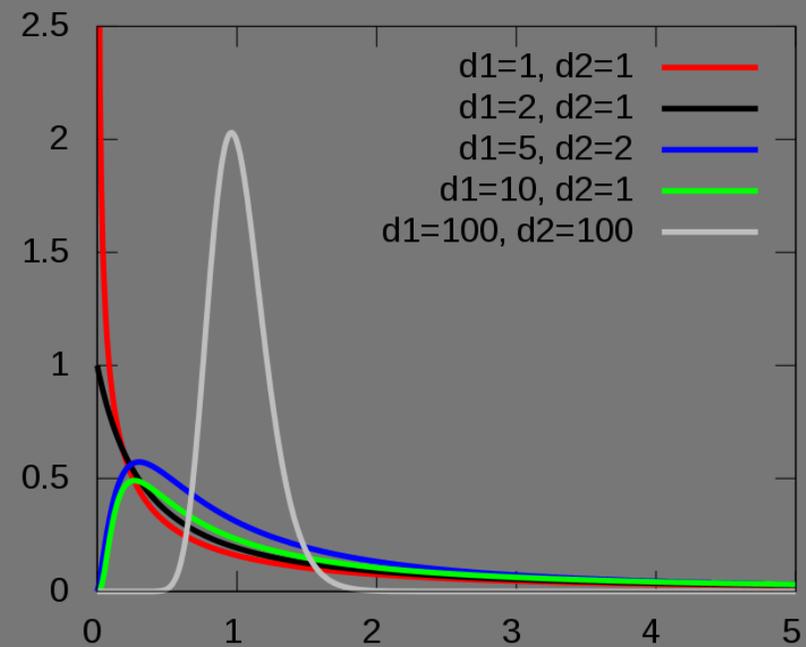
$$F = \frac{MQ_{entre}}{MQ_{intra}}$$

```
(99.2/2) / (315.5/27)
```

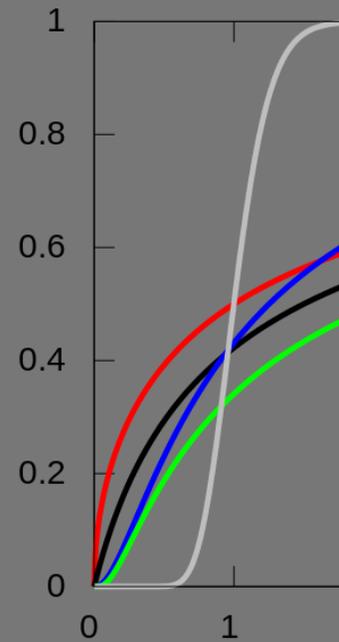
```
## [1] 4.244691
```

Distribuição F

densidade Probabilística

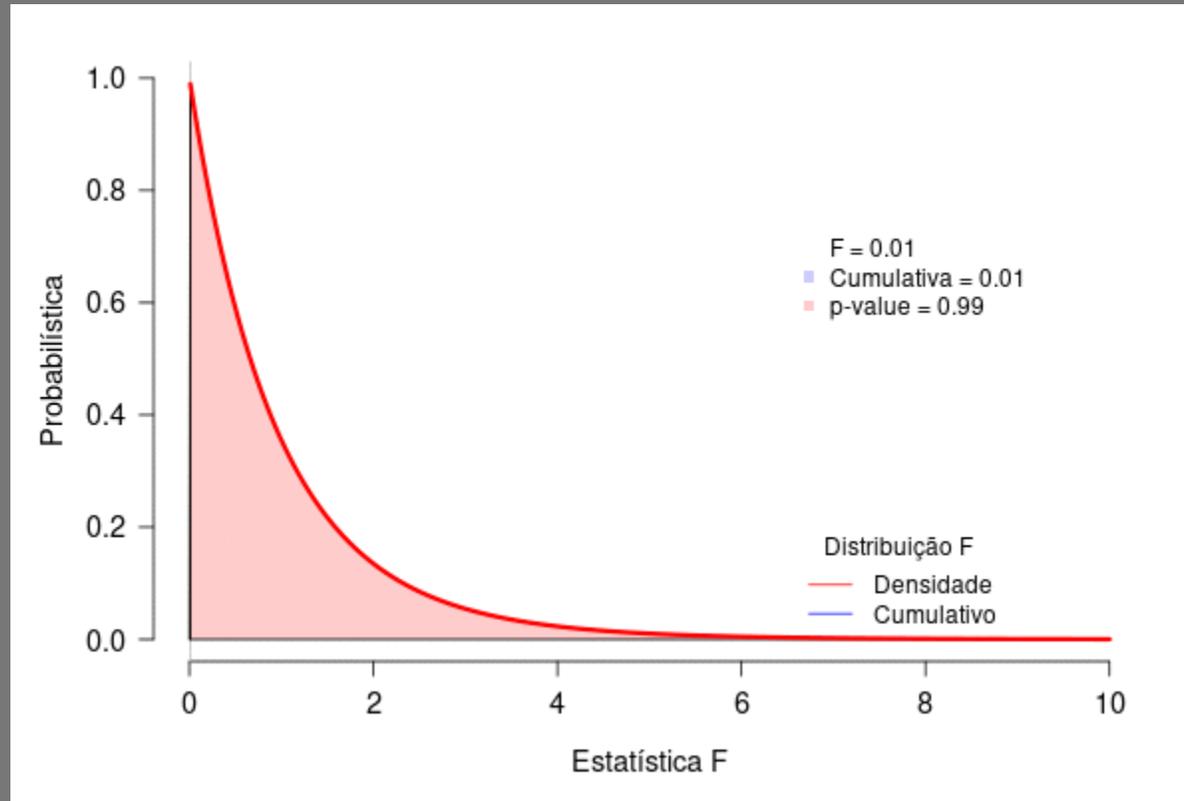


Probabilístico

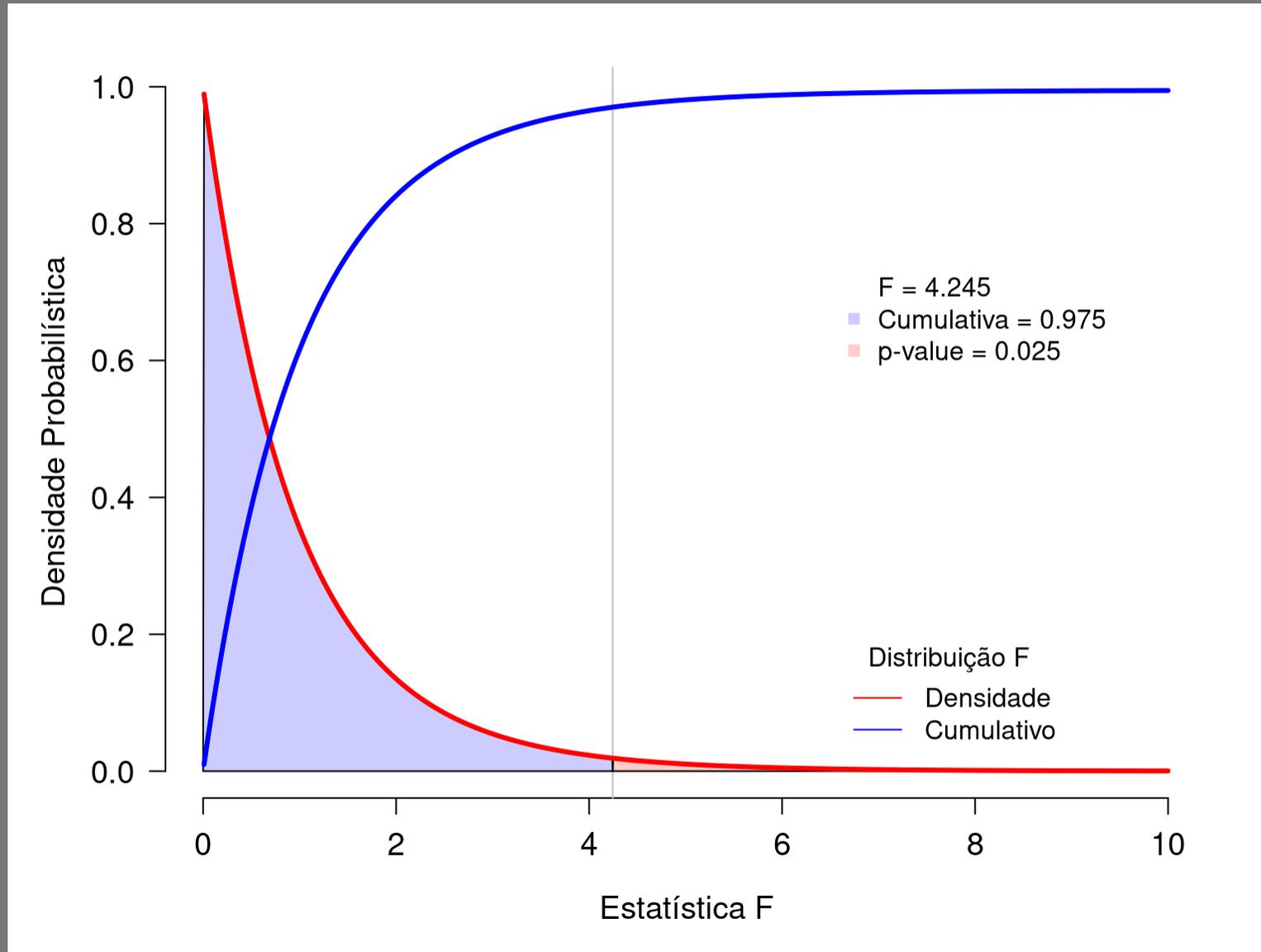


p - valor =

Distribuição $F(2, 27)$



Distribuição $F(2, 27) = 4.24$



Finalizando a tabela de Anova

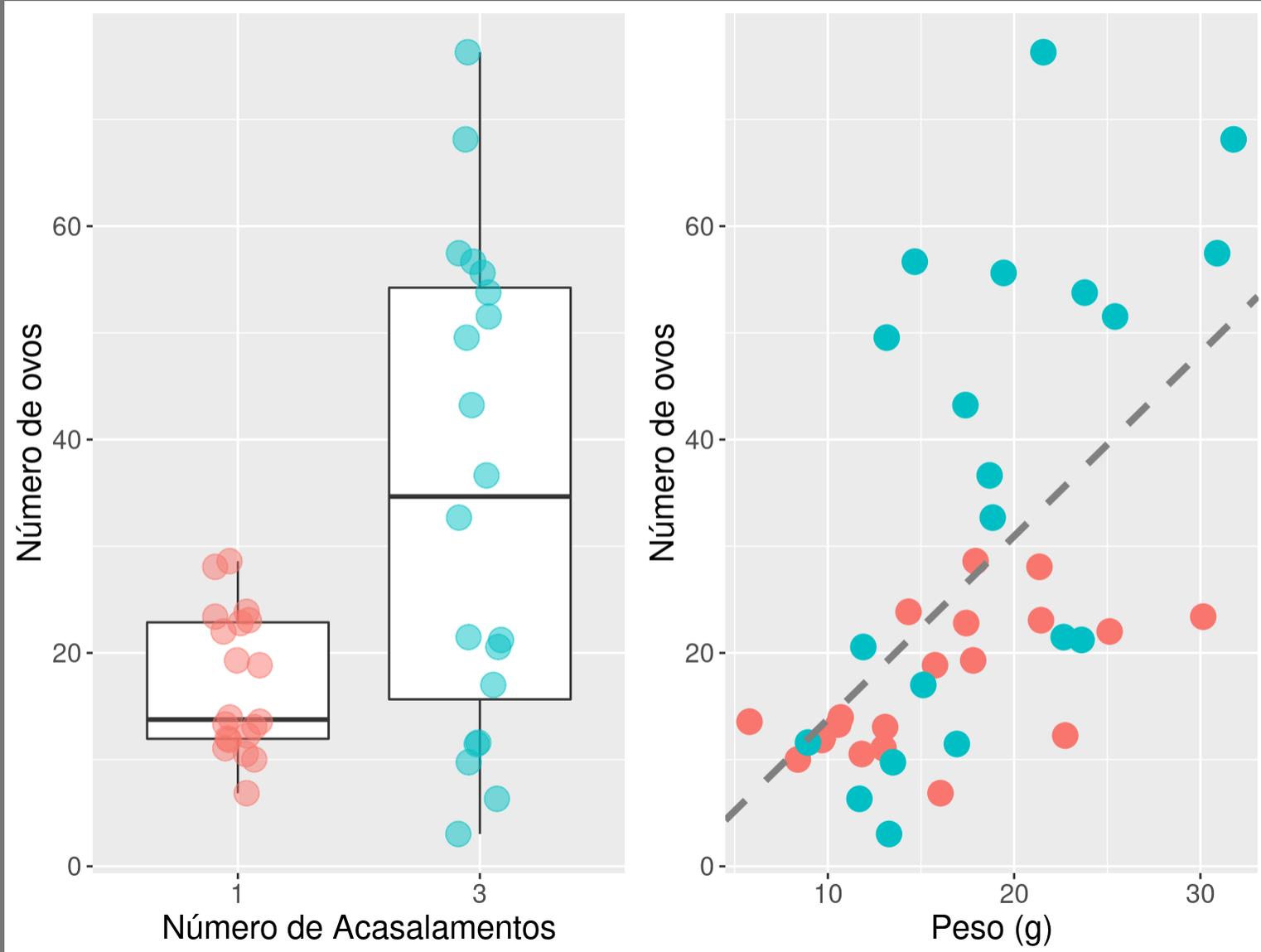
Fonte	Desvio Quadrático	Graus de Liberdade	Desvio Médio	Razão das Variâncias (F)	P-valor
Entre Grupos	99.2	2	49.6	4.24	0.025
Intra Grupos	315.5	27	11.7		
TOTAL	414.7	29			

Lógica da Anova



Ancova: Vaga
Lume

Presente Nupcial



ANCOVA

Variável resposta contínua, com duas preditoras:

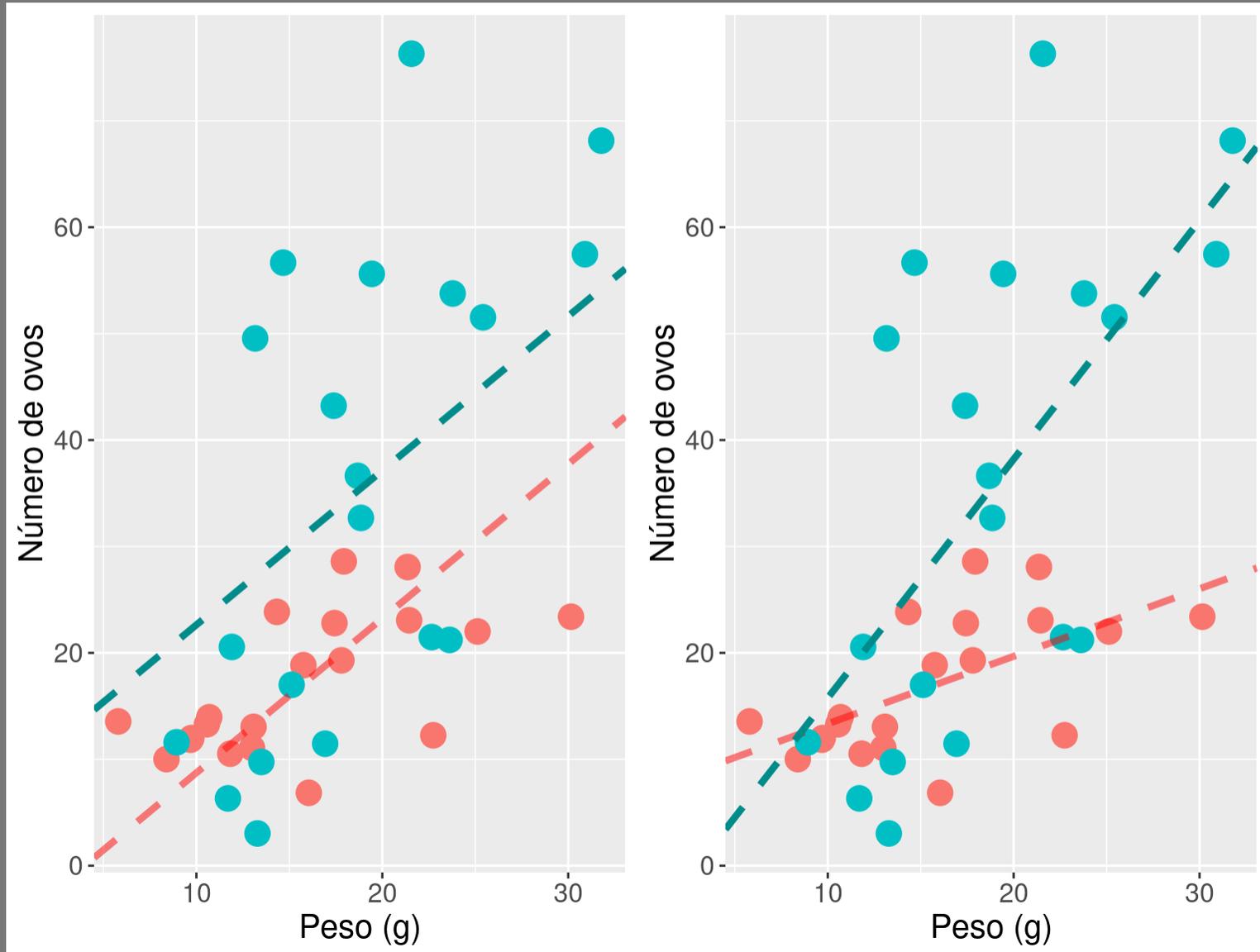
- categórica (acasalamento)
- contínua (peso)

Hipótese concorrentes:

o efeito do presente nupcial:

1. aumenta o sucesso reprodutivo independente do peso
2. intensifica a relação entre o sucesso reprodutivo e peso

Representação das hipóteses

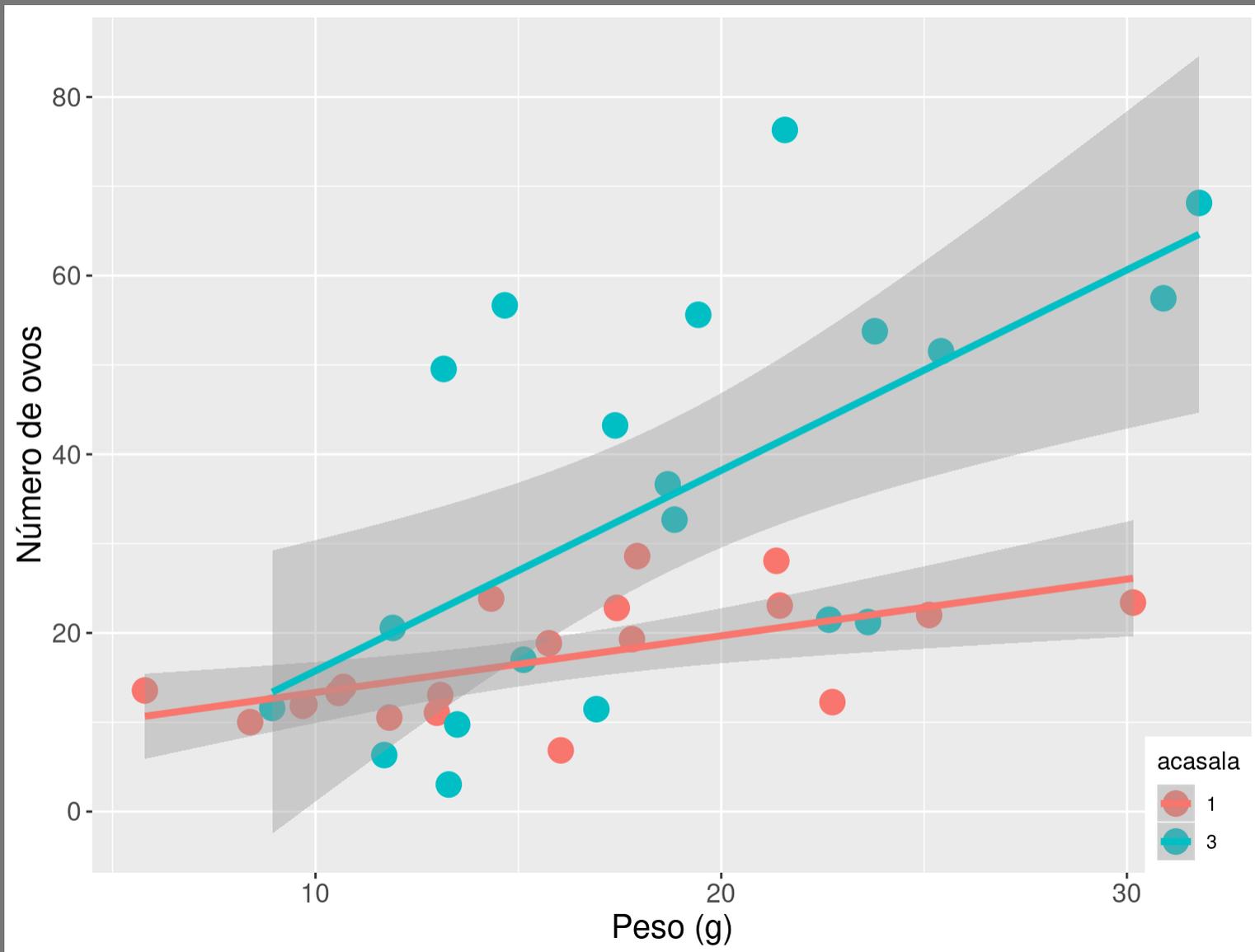


ANCOVA vaga-lume

Interpretação do modelo com tabela de ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
peso	1	4638.6275	4638.6275	26.374252	0.0000099
acasala	1	1820.9215	1820.9215	10.353373	0.0027339
peso:acasala	1	959.2909	959.2909	5.454324	0.0252097
Residuals	36	6331.5764	175.8771		

Resultado



Modelos resultantes:

Número de ovos

Acasala apenas uma vez:

$$7 + 0.63 * peso$$

Acasala 3 vezes:

$$-6 + 2.24 * peso$$

Resultado

O presente nupcial intensifica a relação entre o número de ovos e peso da fêmea (na ordem de + 3x com o aumento de 1 para 3 espermatóforos)

0 artigo original

Ecological Entomology (2002) **27**, 373–377

SHORT COMMUNICATION

Fitness advantage from nuptial gifts in female fireflies

JENNIFER ROONEY and SARA M. LEWIS Department of Biology, Tufts University, U.S.A.

Abstract. 1. In many insects, males provide nuptial gifts to females in the form of spermatophores, sperm-containing structures produced by male accessory glands.

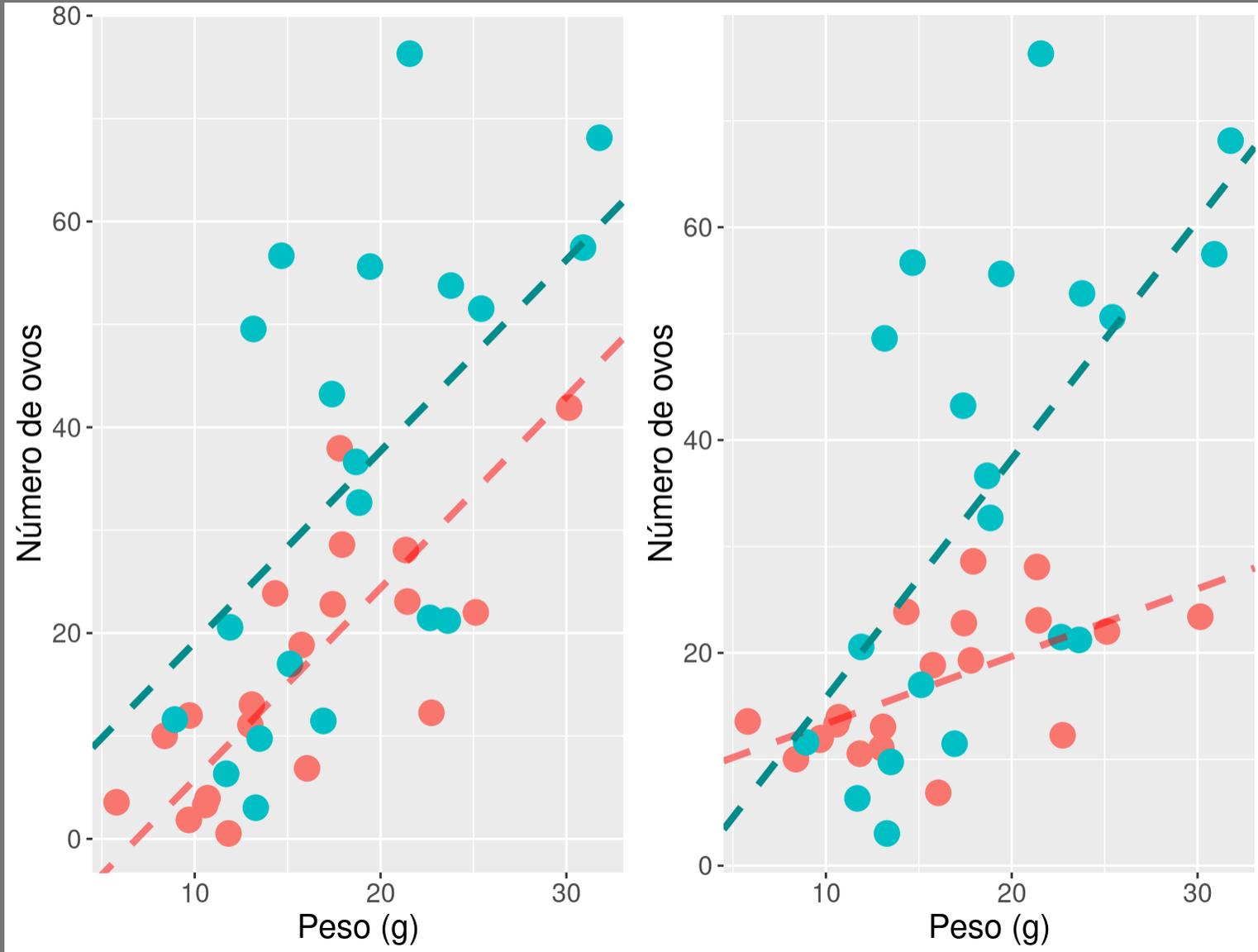
2. The work reported here examined the influence of both spermatophore number and spermatophore size on female reproductive output in two related firefly beetles, *Photinus ignitus* and *Ellychnia corrusca* (Coleoptera: Lampyridae). Based on differences in adult diet, male spermatophores were predicted to increase female reproductive output to a greater extent in *P. ignitus* than in *E. corrusca*.

3. Female fecundity was significantly higher in triply mated females than in singly mated females in both species, with no difference between mating treatments in female lifespan or egg hatching success. No effects of second male spermatophore size on fecundity, lifespan, or egg hatching success were detected in either species.

4. These results suggest a direct fitness advantage from multiple mating for females in both species, although enhanced fecundity may be due either to allocation of spermatophore nutrients to eggs or to other substances transferred within the spermatophore acting as oviposition stimulants.

Key words. *Ellychnia*, fecundity effects, multiple mating, nuptial feeding, *Photinus*, spermatophore.

Experimento Real



Atividade

ANOVA: Análise de Variância

Na aula sobre **teste de hipótese** utilizamos técnicas de Monte Carlo para testar a hipótese de que duas médias são distintas, ou que uma é maior/menor que outra, tanto no exemplo do tutorial **Tutorial Árvores do Mangue**, quanto no exercício **altura dos alunos**. Em ambos os casos estávamos comparando médias de dois grupos distintos, por exemplo dois tipos de solos no mangue ou gênero dos alunos. O nosso procedimento simulou o teste frequentista **t** de Student, que utiliza uma distribuição estatística **t** ⁶⁾ e dessa forma podemos comparar o valor observado em nossos dados com a distribuição estatística e testar a hipótese das médias serem diferentes, sem a necessidade de simular o cenário nulo, como apresentamos na aula **teste de hipótese**.



Caso não esteja confortável com o procedimento de simulação do cenário nulo e consequente obtenção do **p-valor**, refaça o tutorial **teste de hipótese**. No procedimento apresentado está a lógica básica por trás de todos os testes de hipótese clássicos.

A *Análise de Variância* (**ANOVA**) é uma generalização do **teste-t**, desenvolvida por  **Ronald Fisher** 100 anos atrás (1918). Apesar de idoso, é um teste muito popular, talvez o mais utilizado em ciências naturais. A hipótese subjacente da ANOVA é de diferença entre as média de 2 ou mais grupos. O procedimento para o cálculo da estatística da ANOVA, chamada de **F**, está associado à partição da variância dos dados, por isso o nome. Uma maneira clássica de apresentar o resultado do teste de **ANOVA** é a a chamada **tabela de ANOVA**. Essa tabela será utilizada para avaliarmos outros modelos também, por isso é importante entender o que ela nos diz.

Tabela de ANOVA