

Estatística Experimental Aplicada à Engenharia Florestal com R

Do experimento à decisão

Seu Nome

2025-08-14

Table of contents

1	Estatística Experimental Aplicada à Engenharia Florestal com R	3
2	Bem-vindo(a)!	4
3	Módulo 1 – Introdução e Motivação	5
3.1	Cenário inicial	5
3.2	Objetivos de Aprendizagem	5
3.3	Ambiente de Trabalho: Google Colab (R)	6
3.4	Contexto Florestal Aplicado	6
3.5	Conceitos-Chave	7
3.6	Exemplo Prático no R	7
3.7	Interpretação dos Resultados	8
3.8	Exercício Final Aplicado	9
4	Untitled	10
5	Untitled	11
6	cap04-comparacoes	12
7	Untitled	13
8	Untitled	14
9	Untitled	15

1 Estatística Experimental Aplicada à Engenharia Florestal com R

Do experimento à decisão

2 Bem-vindo(a)!

Este ebook foi criado para estudantes de **Engenharia Florestal** que desejam aprender **Estatística Experimental** usando o software **R** de forma prática e contextualizada.

Note

Como usar este ebook:

Cada capítulo traz conceitos-chave, exemplos aplicados e scripts R prontos para execução. Use os **datasets fornecidos** e siga as orientações passo a passo.

Ferramenta recomendada: Google Colab (ambiente R) ou RStudio.

3 Módulo 1 – Introdução e Motivação

(Módulo 1 – Semana 1)

3.1 Cenário inicial

Imagine que você está iniciando a disciplina de **Estatística Experimental** e nunca utilizou o R antes. Agora, pense que você trabalha como engenheiro(a) florestal em um viveiro que produz mudas para **restauração de áreas degradadas**. Um fornecedor oferece um novo substrato “*revolucionário*” que promete aumentar o crescimento das mudas em **20%**.

Você precisa decidir se vale a pena trocar o substrato atual — mas como saber se essa promessa é real ou apenas marketing?

É aqui que a **Estatística Experimental** entra em cena: ela permite **planejar** um teste, **coletar** dados e **analisar** resultados para concluir, com segurança, se a diferença observada é de fato causada pelo tratamento ou apenas fruto do acaso.

3.2 Objetivos de Aprendizagem

Ao final deste capítulo, você será capaz de:

- Diferenciar estudo observacional de experimento controlado.
 - Reconhecer a importância da experimentação na Engenharia Florestal.
 - Criar e interpretar seu **primeiro gráfico no R**, usando o Google Colab.
-

3.3 Ambiente de Trabalho: Google Colab (R)

Passos iniciais (para estudantes):

1. Acesse <https://colab.research.google.com> e entre com sua conta Google.
2. Ambiente de execução → Alterar tipo de ambiente de execução → Linguagem: R.
3. No painel lateral (ícone de pasta), faça **upload** de:
 - `crescimento_mudas.csv`
 - `cedrela_irrigacao.csv`

Note

Instalação de pacotes no Colab (rode apenas no Colab): O bloco abaixo **não** é executado ao compilar o ebook (serve apenas para consulta). No Colab, selecione a célula e rode-a.

```
# Instalação no Colab (rode manualmente lá, se necessário)
options(repos = "https://cloud.r-project.org")
install.packages(c("readr", "ggplot2", "dplyr", "agricolae", "emmeans", "multcompView"))
```

3.4 Contexto Florestal Aplicado

Na Engenharia Florestal, **decisões técnicas e econômicas** dependem de dados:

- **Escolha de espécies ou clones** para plantio comercial.
- **Determinação da melhor época** de semeadura.
- **Avaliação de técnicas de manejo** (podas, desbastes, irrigação).
- **Seleção de métodos de controle fitossanitário.**

Essas decisões não podem se basear apenas em **experiência** ou **intuição** — precisam ser sustentadas por **evidências experimentais** obtidas em experimentos bem planejados.

3.5 Conceitos-Chave

- **Experimento** — investigação planejada, com manipulação de fatores (ex.: tipo de adubação) e observação dos efeitos em variáveis de interesse (ex.: altura das mudas).
 - **Estudo observacional** — coleta de dados sem manipular variáveis; útil para levantar hipóteses, mas com menos capacidade de inferir causalidade.
 - **Tratamento** — combinação específica de condições aplicadas às unidades experimentais.
 - **Unidade experimental** — menor porção física ou biológica à qual se aplica um tratamento (ex.: uma muda, uma parcela de campo).
-

3.6 Exemplo Prático no R

Vamos visualizar dados de crescimento de mudas sob três tratamentos diferentes de substrato.

Note

Usando no Colab: Após fazer **upload** do CSV, troque o caminho por `"/content/nome_do_arquivo.csv"`. No ebook/Quarto local, mantenha o caminho relativo `dados/nome_do_arquivo.csv`.

```
# Carregar pacotes sem mensagens de inicialização
suppressPackageStartupMessages({
  library(readr)
  library(ggplot2)
})

# Ebook/Quarto (caminho relativo)
dados <- read_csv("dados/crescimento_mudas.csv", show_col_types = FALSE)

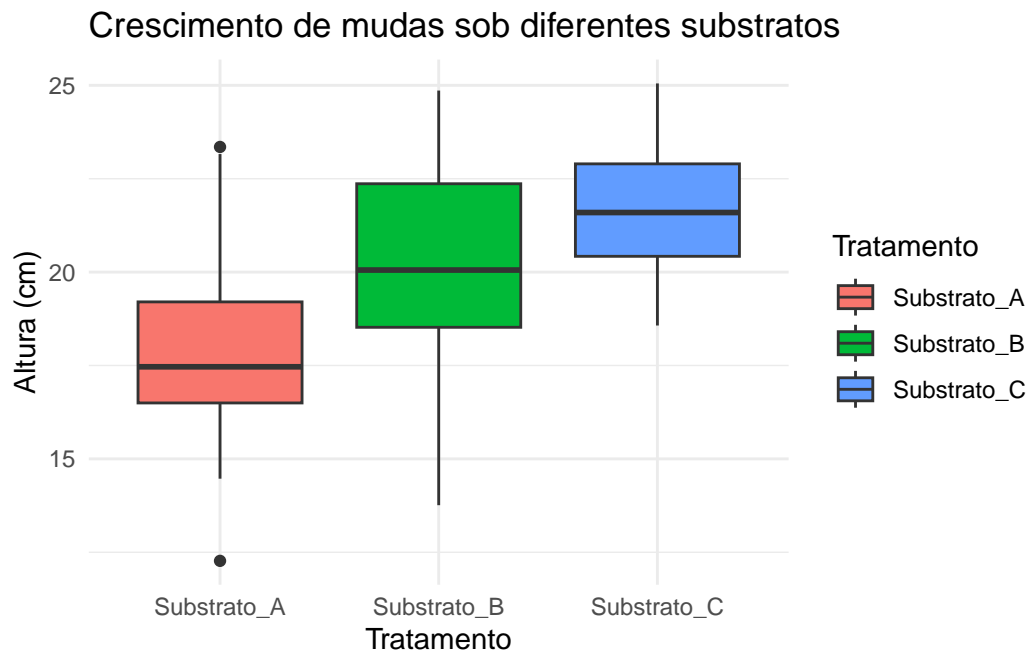
# Para Colab, use:
# dados <- read_csv("/content/crescimento_mudas.csv", show_col_types = FALSE)

# Visualizar amostra (sem mensagens de leitura)
head(dados)
```

```
# A tibble: 6 x 6
```

ID	Tratamento	Altura_cm	Diametro_mm	Biomassa_g	Dias_pos_semeadura	
<chr>	<chr>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	<dbl>	
1	Substrato_A_01	Substrato_A	12.3	3.5	9.13	80
2	Substrato_A_02	Substrato_A	21.0	4	13.0	82
3	Substrato_A_03	Substrato_A	16.7	3.94	12.0	92
4	Substrato_A_04	Substrato_A	16.6	3.81	10.2	83
5	Substrato_A_05	Substrato_A	19.5	3.97	15.3	97
6	Substrato_A_06	Substrato_A	16.1	4	11.1	80

```
# Criar boxplot
ggplot(dados, aes(x = Tratamento, y = Altura_cm, fill = Tratamento)) +
  geom_boxplot() +
  labs(title = "Crescimento de mudas sob diferentes substratos",
       x = "Tratamento", y = "Altura (cm)") +
  theme_minimal()
```



3.7 Interpretação dos Resultados

O **boxplot** mostra a distribuição das alturas em cada tratamento.

- Podemos observar diferenças visuais entre os grupos.
 - **Atenção:** diferenças visíveis **não significam** que sejam estatisticamente significativas — aprenderemos a verificar isso com **ANOVA** nos próximos capítulos.
 - Mesmo sem análise estatística, já é possível **levantar hipóteses**.
-

3.8 Exercício Final Aplicado

Você recebeu dados de um experimento de irrigação em mudas de *Cedrela fissilis*, com três regimes hídricos (**Baixo, Médio, Alto**).

Note

No Colab: após o upload, use `"/content/cedrela_irrigacao.csv"`.

Tarefas:

1. Importe o arquivo no R.
2. Crie um boxplot para comparar as alturas entre os regimes de irrigação.
3. Escreva uma breve interpretação visual (**2 a 3 frases**) sobre o padrão observado.

Tip

Dica para o relatório (Colab): Inclua no notebook:

- O **código** (com caminho `/content/...`)
- O **gráfico**
- A **interpretação** em texto

Assim, você já inicia o relatório final da disciplina desde a primeira semana.

4 Untitled

5 Untitled

6 cap04-comparacoes

7 Untitled

8 Untitled

9 Untitled