



JENNIFER
Lopes



Montagem de Experimentos:
Do Planejamento à
Análise de Dados

Apresentação:
Jennifer Luz Lopes

08 de Maio de 2024.





Agenda de Hoje

1. Breve apresentação
2. Importância do Agronegócio e Pesquisa
3. Histórico da Experimentação Agrícola
4. Como Planejar um Experimento?
5. Princípios da Experimentação Agrícola
6. Do Delineamento à Análise dos Dados
7. Tecnologias na Experimentação Agrícola

1. Apresentação





2. Importância do Agronegócio e da Pesquisa



2. Importância do Agronegócio e da Pesquisa



PIB BR: ~ 9 Tri
E o Agronegócio é responsável:

~ R\$ 675 Bi

76,7 milhões de hectares

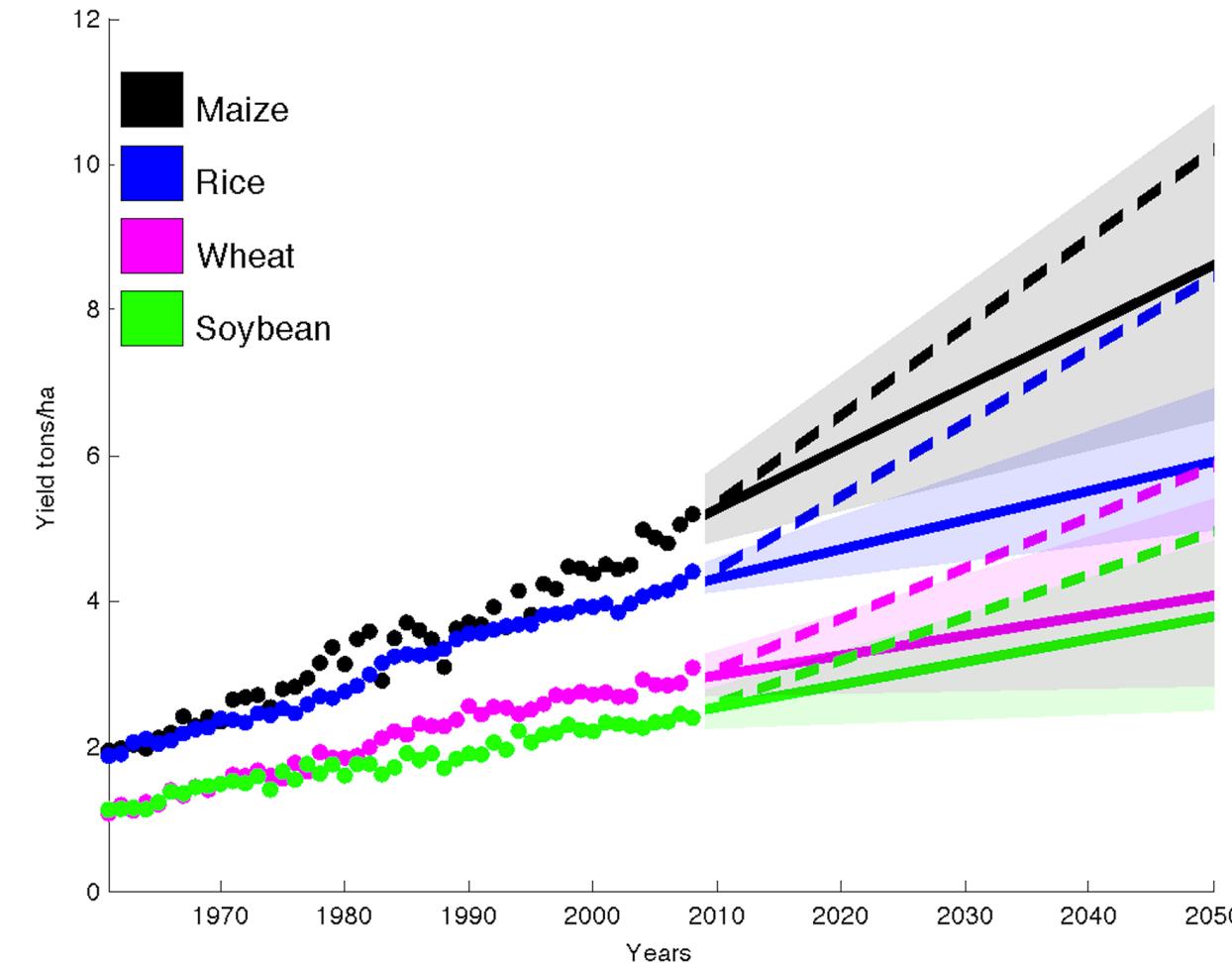
2. Importância do Agronegócio e da Pesquisa

**QUAL A ATUAÇÃO E
DESAFIOS DA
PESQUISA?**



2. Importância do Agronegócio e da Pesquisa

Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050.



**Aumento anual respectivamente:
1,6% 1,0%, 0,9% e 1,3% == 60-110%**

- ✓ Utilização mais eficiente das terras agriculturáveis;
- ✓ **Muita P&D para aumentar os rendimentos das culturas.**

Fonte: Ray, et al., 2013.

Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050.

2. Importância do Agronegócio e da Pesquisa



✓ Desafios

Mudanças Climáticas

Produtividade

Indisponibilidade de terras
gases do efeito estufa

Sustentabilidade

Manejo água

Desafios

Pesquisa

Chuvas intensas

Secas prolongadas

Agricultura

Acesso a crédito

Resistência a doenças

Inovação

Investimento

Resistência a pragas

Tecnologia

Manejo solo

Eventos extremos

Aumento das temperaturas

Tolerância a estresses abióticos



$$\int_0^{\infty} \frac{x^2}{\sqrt{x^2+2}} \frac{dx}{(x^2+1)} = \frac{3}{32} \pi^2 \quad \text{WHEN} \quad y'' + \frac{1}{2} \left[\frac{1}{x} + \frac{1}{x-a_2} + \frac{1}{x-a_3} \right] y' + \frac{1}{4} \left[\frac{(a_2^2+a_3^2)q - p(p+1)x + x^2}{x(x-a_2)(x-a_3)} \right] y = 0 \quad E_r(0, \alpha) = e^{\alpha x}, \quad K = -\frac{1}{c^2} \operatorname{sech}^2 \left(\frac{y}{c} \right).$$

MATTER $\int d(p \cdot v) = x \cdot v = \int x \, dv + \int v \, dx$, WHY CHAOS QUANTUM $\Delta(0) = \begin{bmatrix} \dots & 1 & \frac{p^2}{1440 \cdot 2^p - 48} & 0 \\ \dots & \frac{p^2}{840 \cdot 2^p - 48} & 1 & \frac{p^2}{1440 \cdot 2^p - 48} \\ \dots & 0 & \frac{p^2}{162 \cdot 2^p - 48} & 1 \end{bmatrix}$

$$t = \int dt = \int \frac{dx}{\sqrt{2h + x^2 + \frac{1}{2}x^4}} \quad \text{FIELDS}$$

LIVE $\phi(x) = \sum_{j=0}^m a_j p_j(x), \quad \sum_{k=1}^n f(x_k^*) \Delta x_k$, PRESENCE $T = -2 \sqrt{\frac{\alpha}{\varepsilon}} \int_1^0 \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = 2 \sqrt{\frac{\alpha}{\varepsilon}} [\sin^{-1} u]_0^1 =$

$$y'''y'^2 - 3y'''y''y' + 2(1-y'^2)y''^2 = 0 \quad F(x, y) = x^3 + yx \quad \frac{df}{dx} = \frac{\partial f}{\partial y} y_x + \frac{\partial f}{\partial x} y_y$$

EVERYTHING WE DO $S = \int_0^2 \int_0^\pi \sqrt{c^2 + u^2} \, du \, dv = \frac{1}{2} \theta \left[c \sqrt{c^2 + r^2} + c^2 \ln \left(\frac{r + \sqrt{c^2 + r^2}}{c} \right) \right]$, REALIZED

$$\int_0^\infty \frac{tdt}{(e^{xt} - e^{-xt})t^2} = \int_0^\infty \frac{dt}{(e^{xt} - e^{-xt})t} = \int_0^\infty \frac{dt}{e^{xt}} = \int_0^\infty e^{-xt} dt = \frac{1}{x}.$$

THE HISTORICAL PERSPECTIVE $dX = (1, 0, \dots, 0)$

$$f(x, y) = \int_0^x \int_0^y \int_0^z \dots \int_0^w f(w) dw dz \dots dy dx$$

PATTERNS $\frac{d}{dx} \left(\frac{\partial f}{\partial y_x} \right) = 0, \quad \int_x^\infty f(x) \, dx = \int_0^{\infty-x} f(-\ln t) \frac{dt}{t}$

$$(\omega + \dots), \quad \text{WHAT IS} \quad \sigma = \beta^2 - 4\omega_0^2, \quad \begin{cases} x \omega(x) = 1 & \text{for } 1 \leq x \leq 2 \\ (x \omega(x))' = \omega(x-1) & \text{for } x > 2 \end{cases}$$

$$P(x) = - \int P(t) \, dt, \quad \int_0^a \frac{\ln(x+1)}{x^2+1} \, dx \quad \text{PERCE}$$

PLEASURE $\int f(z) \, dz = 2\pi i \sum_{z \in \partial D} \operatorname{Res} f(z)$, TO DESCRIBE $z \mapsto \frac{j-z}{i+z}$

$$K = \frac{\operatorname{sech}^2(\frac{1}{2}v)}{2(\cos v - \cosh v)}, \quad \int_{-\pi}^{\pi} \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dt}{1+t^2} = \pi$$

DISCRETE $C = \int_{-\pi}^{\pi} \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dt}{1+t^2} = \pi$



3. Histórico da Experimentação Agrícola

3. Histórico da Experimentação Agrícola

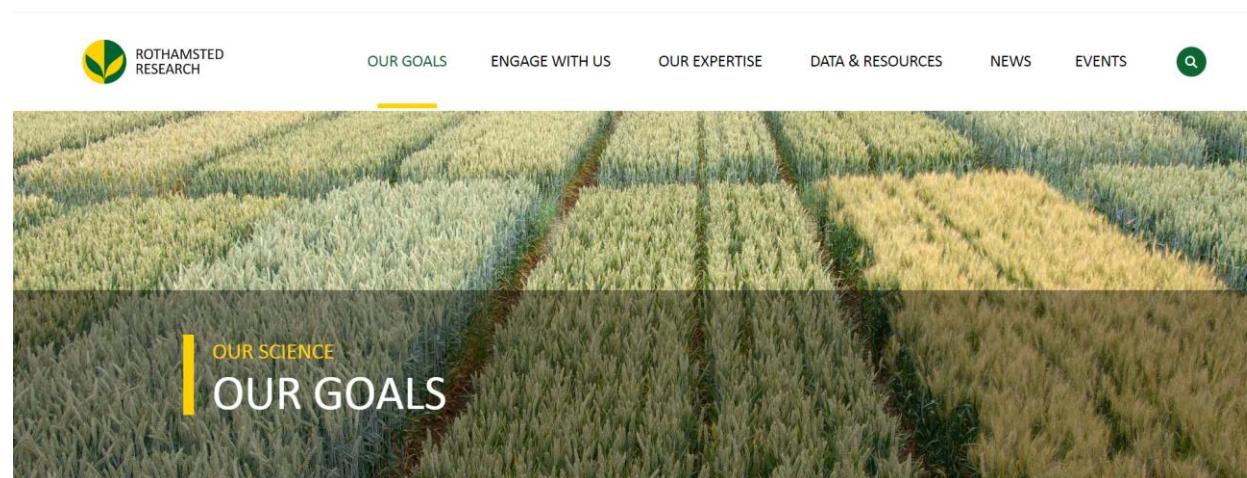
**“Não se conhece completamente uma ciência,
a menos que se saiba sua história”.**

Auguste Comte

3. Histórico da Experimentação Agrícola

✓ FISHER

- ✓ Os conceitos modernos da pesquisa experimental foram desenvolvidos a partir dos trabalhos do matemático inglês Ronald Fisher, entre 1919 e 1933, na Estação Experimental de Rothamsted, na Inglaterra;
- ✓ Estação Experimental de Rothamsted, na Inglaterra, iniciadas em 1843, tinham gerado um considerável volume de dados. Em 14 anos em Rothamsted, desenvolveu a teoria e os métodos;



[Acesse aqui](#)

3. Histórico da Experimentação Agrícola

✓ FISHER

- ✓ A análise da variância, por exemplo, passou a ser amplamente utilizada na análise estatística de dados de experimentos. (Método dos Mínimos Quadrados, 1795);
- ✓ **Sua contribuição mais relevante para a pesquisa experimental foi condensada em seu segundo livro "The Design of Experiments", publicado em 1935;**
 1. Uso da **casualização** para prover essas estimativas de variabilidade;
 2. Uso de **blocos** com o propósito de controlar fontes de variação estranhas;
 3. **Princípio de que a análise estatística dos resultados é determinada pelo modo em que o experimento foi conduzido.**

4. Como Planejar um Experimento?



4. Como Planejar um Experimento?

✓ Conceito Experimentação:

A estatística experimental é a ciência que tem como objetivo estudar experimentos (ensaios), englobando etapas como o planejamento, execução, coleta e análise dos dados experimentais e interpretação dos resultados obtidos.

- ✓ **Planejamento**
- ✓ **Execução**
- ✓ **Coleta dos dados**
- ✓ **Análise de dados**
- ✓ **Interpretação dos resultados**
- ✓ **Tomada de decisão**



Fonte: Imagem de campo experimental, google.

4. Como Planejar um Experimento?

Explicações na
versão final



Fonte: Jennifer Lopes, 2023. Adaptado do Prof. Leonardo Peixoto.
Curso de Estatística Experimental na Agricultura com R.

4. Como Planejar um Experimento?

✓ Conceitos importantes:

1. **Delineamento Experimental:** É o modo dispor as parcelas no ensaio, em outras palavras, é a forma que os tratamentos serão designados as unidades experimentais.
2. **Tratamento:** É o material que será disposto na parcela, cujo efeito desejamos medir ou comparar num experimento.
3. **Unidade Experimental | Parcela:** É a menor porção experimental onde os tratamentos são avaliados para testar a hipótese.

4. Como Planejar um Experimento?

✓ Hipóteses

- ✓ São as suposições que o pesquisador vai formular acerca de um determinado parâmetro de uma variável. (Conclusões para a **População x Amostra**);

Exemplo: Quero realizar um experimento para comparar e verificar o desempenho de cultivares de arroz.

“O desempenho de produtividade é alterado entre as diferentes cultivares de arroz?”.

1. Hipótese nula: H_0
2. Hipótese alternativa: H_1 ou H_a



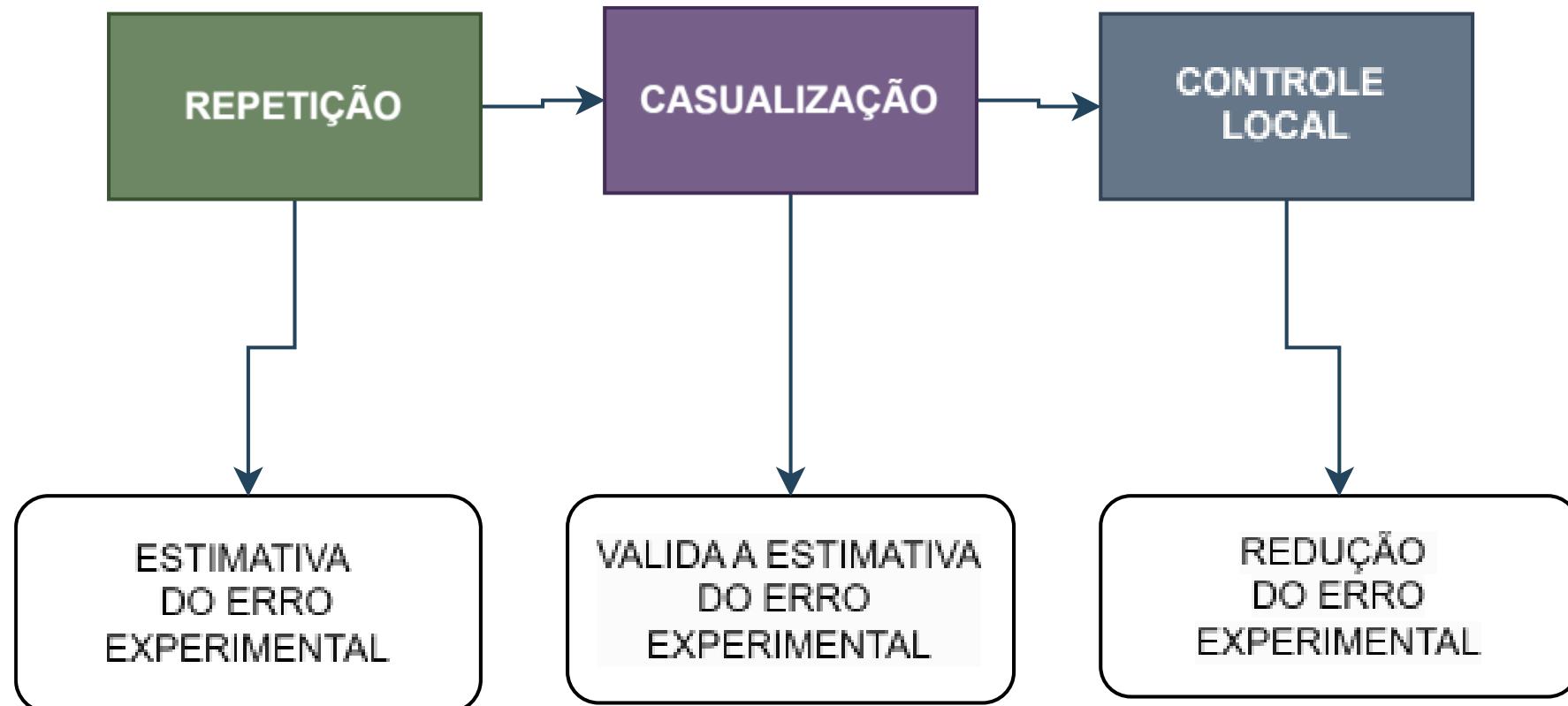
**REDUÇÃO DO ERRO
EXPERIMENTAL, COMO?**

5. Princípios da Experimentação Agrícola



5. Princípios da Experimentação Agrícola

✓ Temos 3 princípios básicos importantes na experimentação:



Fonte: Adaptação: Jennifer Lopes, 2024.

5. Princípios da Experimentação Agrícola

✓ Repetição

- ✓ A **repetição** é um princípio fundamental da experimentação que visa permitir a **estimação dos efeitos** de causa **aleatória**, também conhecidos como erro experimental.
- ✓ Se a variabilidade **entre** os tratamentos for significativamente maior do que a variabilidade **dentro** dos tratamentos, isso sugere que as diferenças observadas entre os tratamentos não são devidas apenas ao acaso, mas sim refletem diferenças reais entre os tratamentos.

5. Princípios da Experimentação Agrícola

✓ **Casualização**

- ✓ Casualização envolve a alocação aleatória das unidades experimentais para os tratamentos;
- ✓ É importante para reduzir qualquer viés na alocação de tratamentos que poderia favorecer alguns em detrimento de outros;
- ✓ Isso neutraliza o efeito da correlação espacial entre as parcelas experimentais, o que valida as estimativas de erro e os efeitos dos tratamentos; (Ex: mancha de solo, luminosidade, irrigação).

- 1. Obter uma estimativa válida do erro experimental;**
- 2. Erros experimentais atuam de forma independente.**

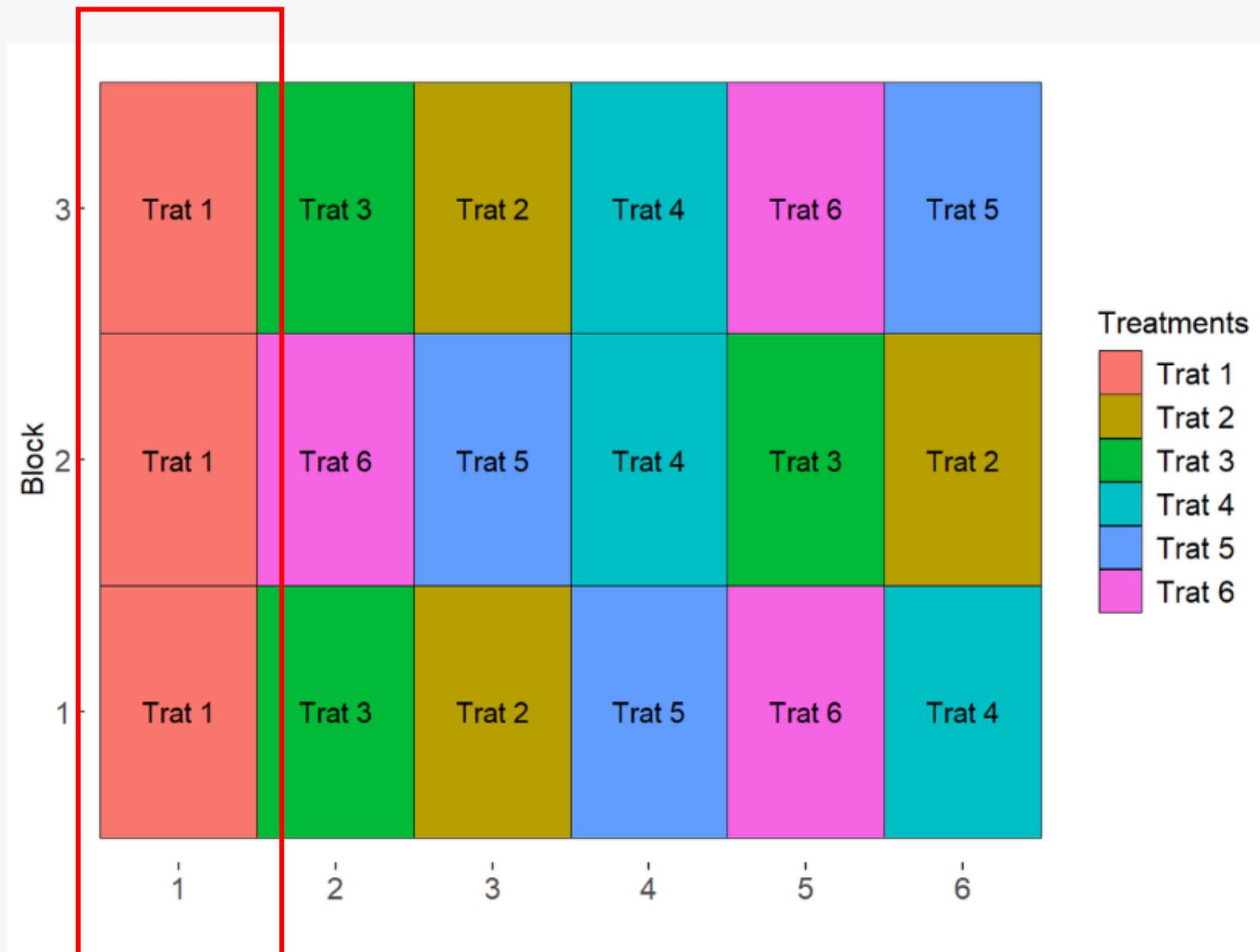
5. Princípios da Experimentação Agrícola

✓ Controle Local

- ✓ O controle local consiste na divisão da área experimental em **subáreas**, onde o efeito ambiental é o mais uniforme possível;
- ✓ O principal objetivo do controle local é maximizar a **variação entre os blocos** (subáreas) enquanto **minimiza a variação dentro de cada bloco**;
- ✓ A inclusão do efeito de **bloco** no modelo estatístico permite **remover a parcela da soma de quadrados do resíduo** associada a esse bloco, reduzindo a variabilidade dentro dos blocos e melhorando a precisão das análises;

Assim, é possível diminuir a QMr (que é o denominador do teste F), e aumentar o valor do teste F, encontrando a significância e diferença entre os tratamentos.

Controle Local



6. Do Delineamento a Análise de Dados



Delineamento inteiramente casualizado 4X15

TIPOS DE DELINEAMENTOS EXPERIMENTAIS

LINHAS



6. Do Delineamento a Análise de Dados

✓ **Delineamentos Experimentais**

1. Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC)
2. Delineamento Blocos ao Acaso (DBC)
3. Experimentos em Esquema Fatorial
4. Experimentos em Parcelas Subdivididas
5. Experimentos em Faixas
6. Blocos Incompletos Balanceados
7. Blocos Incompletos Desbalanceados
8. Blocos Aumentados de Federer
9. Delineamentos em Látice e Alpha Látice

-
- Características
 - Condições Solo/Relevo
 - Tratamentos
 - Níveis dos Fatores

6. Do Delineamento a Análise de Dados

✓ **Delineamentos Experimentais**

➤ **Delineamento Blocos ao Acaso (DBC):**

$$y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

Como interpretar o
modelo matemático?

y_{ij} : valor observado na parcela do i -ésimo tratamento no j -ésimo bloco;

μ : média experimental;

t_i : efeito devido ao i -ésimo tratamento na parcela experimental;

b_j : efeito devido ao j -ésimo bloco na parcela experimental;

e_{ij} : erro aleatório não controlado na parcela do i -ésimo tratamento no j -ésimo bloco.

6. Do Delineamento a Análise de Dados

✓ Delineamentos Experimentais ➤ Como planejar os delineamentos?



Exemplo:

PACOTE
FieldHub no R

```
1
2 # Pacote FieldHub - Planejamento de Experimentos -----
3
4 install.packages("FieldHub")
5 library(FieldHub)
6
7
8 # Aplicativo shiny
9
10 FieldHub::run_app()
11
```

Delineamento inteiramente casualizado 4X15

T-9	T-8	T-7	T-3	T-15	T-14	T-14	T-10	T-14	T-1	T-2	T-6	T-4	T-11	T-13
T-1	T-12	T-11	T-13	T-5	T-7	T-3	T-9	T-8	T-15	T-11	T-2	T-2	T-6	T-9
T-12	T-5	T-4	T-4	T-3	T-3	T-10	T-9	T-13	T-10	T-12	T-6	T-15	T-7	T-14
T-12	T-11	T-2	T-15	T-4	T-10	T-6	T-5	T-5	T-8	T-13	T-7	T-8	T-1	T-1

LINHAS

Planejamento fatorial completo (RCBD) 6X4

1*0*2	0*1*1	1*0*1	0*0*2
0*0*0	1*1*2	1*1*0	0*1*0
0*1*2	1*1*1	1*0*0	0*0*1
1*0*1	0*1*0	1*1*0	0*1*1
0*0*2	0*1*2	1*1*2	0*0*0
1*1*1	1*0*0	0*0*1	1*0*2

LINHAS

COLUMNS

COMO ANALISAR OS DADOS?



6. Do Delineamento a Análise de Dados

✓ Como analisar os resultados?

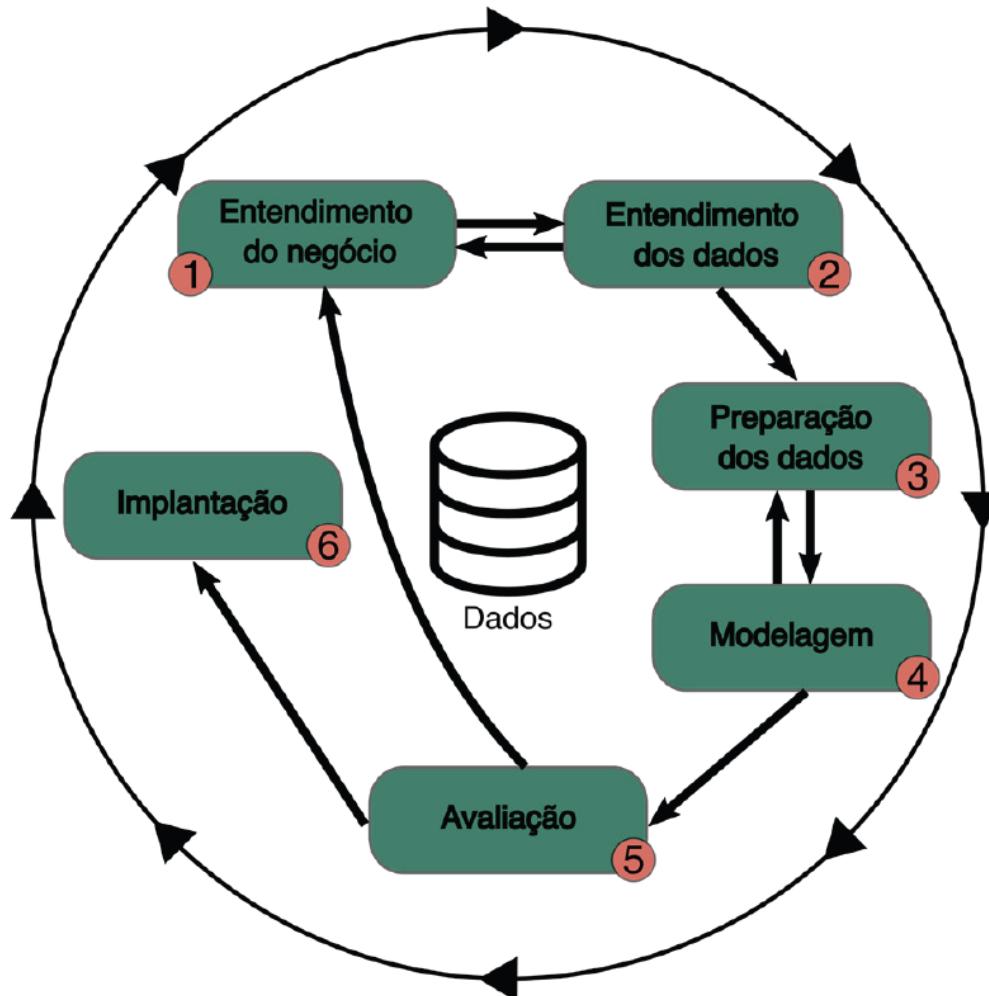


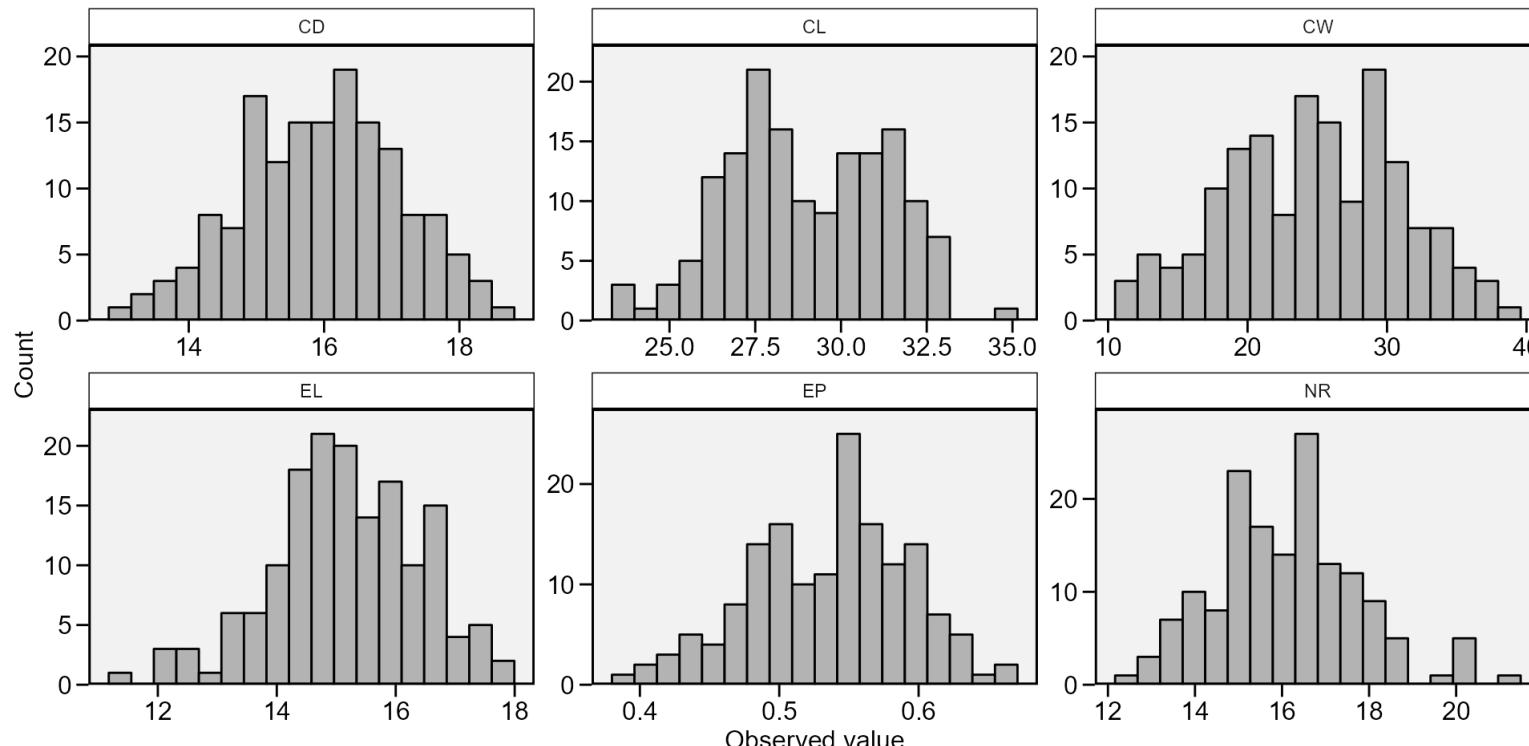
Figura 3. Metodologia CRISP-DM, processo cíclico de mineração e análise de dados.

6. Do Delineamento a Análise de Dados

✓ Como analisar os resultados e tomar as decisões?

1. **Data wrangling- Manipulação-** Refere-se ao processo de coleta, limpeza, transformação e organização de dados brutos em um formato adequado para análise.

2. Análise Exploratória de dados



Histogramas
BoxPlots
Gráfico Dispersão

- ✓ Coeficiente de Variação (CV)
- ✓ Desvio Padrão
- ✓ Erro padrão da média
- ✓ Curtose, Simetria
- ✓ Máximo, Mínimo,, Média, Mediana
- ✓ Missing
- ✓ Intervalo interquartil

6. Do Delineamento a Análise de Dados

✓ Como analisar os resultados e tomar as decisões?

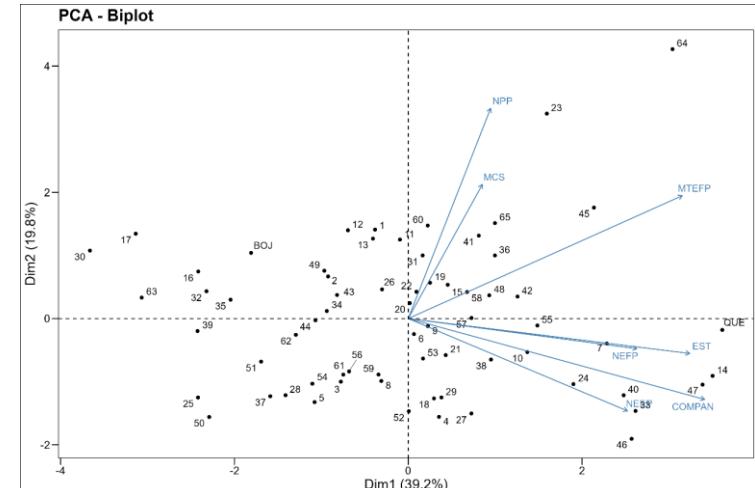
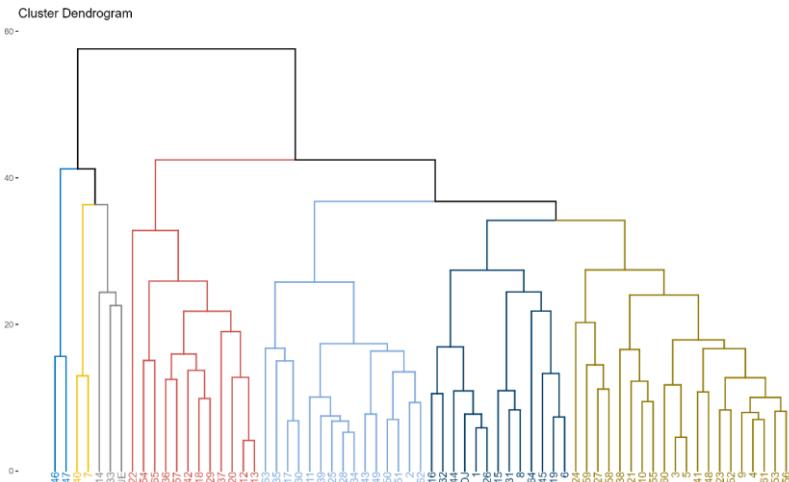
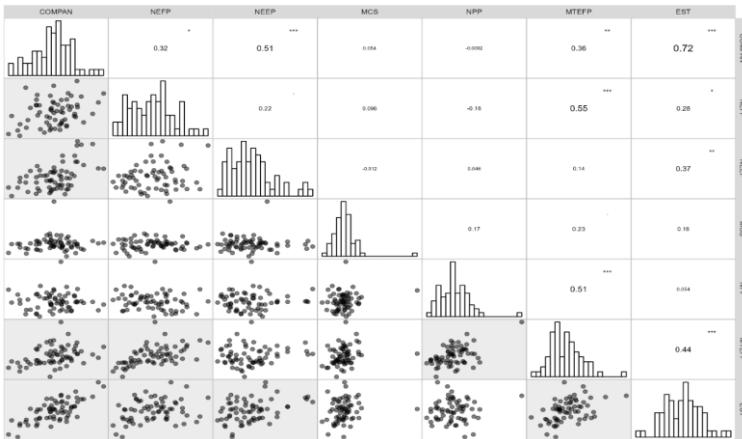
3. Modelagem Estatística

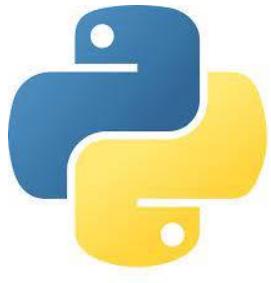
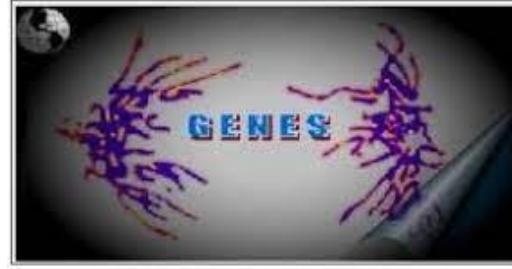
1. Modelos Lineares Clássicos

2. Modelos Lineares Generalizados Mistas

✓ Análise Multivariadas

- Correlação (Bivariada)
- Clusterização
- Redução de dimensionalidade (PCA)





- ✓ Dicas : Uma coisa de cada vez!
- ✓ Aprenda a usar um software;
- ✓ Aprenda usar uma Linguagem de Programação;
- ✓ Leia a documentação dos pacotes;
- ✓ Aplique no seu estudo e estude muito;
- ✓ Depois avance o seu conhecimento;

6. Do Delineamento a Análise de Dados

CRAN: R: Pacotes para análise de experimentos.

The resources available from the [CRAN Task View Initiative](#) provide further information on how to contribute to existing task views and how to propose new task views.

Topics

ActuarialScience	Actuarial Science
Agriculture	Agricultural Science
Bayesian	Bayesian Inference
CausalInference	Causal Inference
ChemPhys	Chemometrics and Computational Physics
ClinicalTrials	Clinical Trial Design, Monitoring, and Analysis
Cluster	Cluster Analysis & Finite Mixture Models
Databases	Databases with R
DifferentialEquations	Differential Equations
Distributions	Probability Distributions
Econometrics	Econometrics
Environmetrics	Analysis of Ecological and Environmental Data
Epidemiology	Epidemiology
ExperimentalDesign	Design of Experiments (DoE) & Analysis of Experimental Data
ExtremeValue	Extreme Value Analysis
Finance	Empirical Finance
FunctionalData	Functional Data Analysis
GraphicalModels	Graphical Models
HighPerformanceComputing	High-Performance and Parallel Computing with R



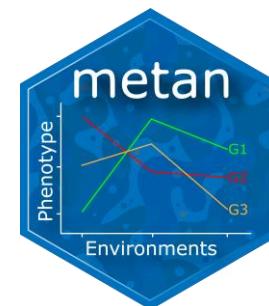
6. Do Delineamento a Análise de Dados

CRAN: R: Pacotes para análise de experimentos.

Table of contents

- [Packages with general applications](#)
 - [Agricultural & land use databases](#)
 - [Agricultural data sets](#)
 - [General analytical packages supporting agricultural research](#)
- [Discipline-specific packages](#)
 - [Agricultural economics](#)
 - [Agrometeorology](#)
 - [Agronomic trials](#)
 - [Experimental design](#)
 - [High throughput phenotyping \(HTP\)](#)
 - [Trial analysis](#)
 - [Animal science](#)
 - [Breeding & quantitative genetics](#)
 - [Linkage mapping & QTL analysis](#)
 - [GWAS \(Genome Wide Association Studies\)](#)
 - [Genomic prediction](#)
 - [Crop growth models & crop modelling](#)
 - [Entomology](#)
 - [Food science](#)
 - [Genotype-by-environment interactions](#)
 - [Plant pathology](#)
 - [Rural sociology](#)
 - [Soil science and precision agriculture](#)
 - [Remote sensing](#)
 - [Weed science](#)

➤ Exemplos



Package ‘ExpDes.pt’

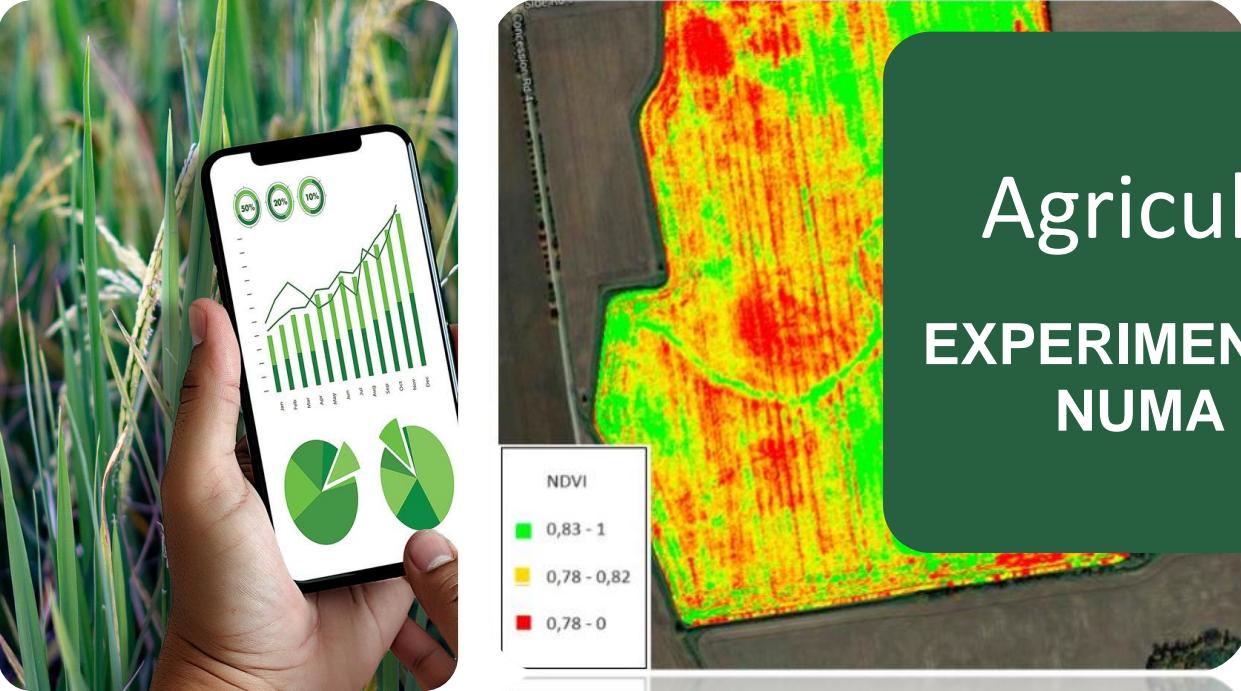
October 12, 2022

7. Tecnologias na Experimentação Agrícola



Agricultura 5.0

EXPERIMENTAÇÃO ENTRA NUMA NOVA ERA



Big Data- IA

DRONES

**Internet of
Things (IoT)**

**Análise de
Imagens**

8. Referências

1. CRAN – R- Pacotes para análise de experimentos
2. Estação Experimental de Rothamsted
3. Estatística Experimental: Planejamento de Experimentos
4. FISHER, R. A. The design of experiments. Oxford: Oliver & Boyd, 1935. 251 p.
5. Pacote Metan: metan • metan (tiagoolivoto.github.io).
6. Melhoramento de precisão : aplicações e perspectivas na genética de plantas. Rafael Tassinari Resende, Claudio Brondani, editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2023.
7. Métodos de estimação de componentes de variância em modelos mistos desbalanceados.
8. Ray DK, Mueller ND, West PC, Foley JA (2013) Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050. PLoS ONE 8(6): e66428. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428>.
9. O que é a Power Analysis?



MUITO
OBRIGADA!



Entre em contato comigo!

 [LinkedIn](#)

 [GitHub](#)



[Venha conhecer a R-Ladies
Goiânia](#)



[Junte-se a Comunidade de
Estatística](#)



JENNIFER
Lopes



Montagem de Experimentos:
Do Planejamento à
Análise de Dados

Apresentação:
Jennifer Luz Lopes

08 de Maio de 2024.

