

VERSÃO PRELIMINAR DO SOFTWARE, ESTATÍSTICA EXPERIMENTAL APLICADA A AGRONOMIA, PROGRAMAÇÃO EM PYTHON: Statistic Lab

Francisco Evair De Oliveira Lima¹

Ciro de Miranda Pinto²

RESUMO – A versão preliminar do software, Estatística Experimental Aplicada a Agronomia, Programação em Python (Statistic Lab), desenhada para instalação no Windows. O Statistic Lab, faz análise de variância (ANOVA) nos delineamentos experimentais: Inteiramente Casualizado (DIC), Blocos Casualizados (DBC). Com relação ao delineamento de tratamento: como Arranjo Fatorial, a ANOVA, será estimada considerando o DIC e DBC. Nos delineamentos experimentais e de tratamento, a ANOVA é feita com aplicação do teste F e teste de Tukey na comparação de médias dos tratamentos. A aplicação do teste Tukey, será realizado independente da significância do teste F. A aplicação Statistic Lab tem uso quanto a análise de variância de dados, por apresentar resultados bem próximos a uma aplicação já consolidada, como é o caso do Speed Stat 2.8.

Palavras-chave: Análise de dados, delineamentos experimentais, Análise de Variância, Teste de Tukey, Ciências Agrárias.

ABSTRACT- The preliminary version of the software, Applied Experimental Statistics in Agronomy, Programming in Python (Statistic Lab), is designed for installation on Windows. The Statistic Lab performs analysis of variance (ANOVA) on experimental designs: Completely Randomized (DIC), Randomized Blocks (DBC). With regard to the treatment design: as Factorial Arrangement, the ANOVA will be estimated considering the DIC and DBC. In experimental and treatment designs, the ANOVA is done using the F test and the Tukey test for comparing the means of treatments. The application of the Tukey test will be carried out independently of the significance of the F test. The Statistic Lab application is used for analysis of data variance, as it presents results very close to an already consolidated application, as is the case with Speed Stat 2.8.

Key Words: Data analysis, experimental designs, ANOVA, Tukey test, Agricultural Sciences.

¹Discente do Curso de Bacharelado em Agronomia pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira – Unilab.

²Orientador. Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará. Pós-Doutorado em Zootecnia na área de forragicultura e pastagens pela Universidade Federal do Ceará

Data de Submissão e Aprovação: 24/01/2023

1. INTRODUÇÃO

O estudo dos experimentos para realizações de análises estatísticas, são comumente realizados nos cursos de Ciências Agrárias, dentre eles, Engenharia Agrônômica, Engenharia Florestal, Engenharia de Alimentos, Engenharia de Pesca, Engenharia Agrícola, Medicina Veterinária, Zootecnia, etc. A estatística experimental, tem como propósito o estudo de experimentos, passando pelas fases do planejamento, execução, coleta, análise e interpretação dos dados (FERREIRA, 2018; VASCONCELOS, 2018; BARBOSA, MALDONADO JÚNIOR, 2015; SILVA, 2014; NOGUEIRA, 2007; COSTA, 2003).

Segundo Zimmerman (2014) para melhor entendimento da Estatística Experimental, faz-se necessário conhecimento de alguns termos básicos como: pesquisa e experimentação, fator, nível, tratamento, testemunha, ensaio ou experimento, unidade experimental, área útil, bordadura, repetição, bloco. Santos et al. (2008) destacam ainda, outros termos, os delineamentos experimentais e os de tratamento. Dentre os delineamentos experimentais se destacam o delineamento inteiramente casualizado (DIC), delineamento em blocos casualizados (DBC). Enquanto os delineamentos de tratamentos são compreendidos pelos experimentos em arranjo fatorial e em parcelas subdivididas.

Os métodos estatísticos são uma forma precisa e objetiva de obter conclusões, fornecendo ferramentas que formalizam e padronizam os procedimentos para alcançar esses resultados (CARVALHO, 2020). Dentre esses métodos destacam-se análise de variância (ANOVA), comparação de médias pelo teste de Tukey, teste de Duncan, teste SNK, teste de Dunnet, o teste t para contrastes ortogonais, teste de Scheffé, os testes de agrupamento de médias, por exemplo, método de Scott-Knott (VASCONCELOS, 2018).

Segundo Garcia-Marques (1995), o modelo de ANOVA, consiste em testar de forma simultânea os efeitos principais e interações, e demonstra através do teste de F, informações muito gerais sobre esses efeitos, relativas à probabilidade do mesmo ser verificador por acaso, traduzindo se no grau de confiabilidade atribuída a rejeição da hipótese nula.

Por muito tempo os cálculos para ANOVA eram realizadas de maneira manual, no entanto, análise de dados se tornou mais eficiente e precisa graças ao desenvolvimento de softwares estatísticos. Esses softwares permitem realizar cálculos complexos de maneira rápida e implementar algoritmos precisos, otimizando o processo de análise de dados (GARCIA-MARQUES, 1997; DE BRITO TRINDADE, 2022).

Os softwares para análises de dados na Estatística Experimental, são escritos em diferentes linguagens de programação. O SASM-AGRI em *Borland Delphi* (CANTERI et al., 2001); Rbio em R (BHERING, 2017); RunData em R, (ROSA; SILVA, 2020), SPEED Stat é um software em planilha eletrônica (Spreadsheet program) que depende do Windows e do Office 2010 ou superior (CARVALHO et al., 2020), Sisvar em Pascal e compilada com o Borland Turbo Pascal 3 (FEREIRA, 2011) e Genes está intergrado MS Word, MS Excel e Paint, R e Matlab, depende do Windows (CRUZ, 2013).

Python é uma linguagem de programação atraente para iniciantes devido a sua simplicidade e facilidade de uso. Apesar disso, é também uma linguagem poderosa, capaz de gerenciar sistemas e desenvolver projetos complexos. Pois é objetiva e direta, sem necessidade de enrolação (MENEZES, 2010). Por esse motivo ela é a escolha ideal para o desenvolvimento de novas técnicas em diversas áreas.

O curso de Agronomia não fica para trás, já é bastante expressiva a utilização dessa linguagem na criação de aplicativos que buscam contribuir com a agricultura. Por exemplo, Rocha et al. (2022) desenvolveu um aplicativo móvel que melhora o trabalho dos profissionais de Apicultura, fornecendo uma ferramenta útil para a identificação de mel em placas de apiários. Borrella et al. (2022) estudaram análise climática para as culturas da maçã, uva, tomate e cenoura, através de redes neurais escritas na linguagem Python. Ribeiro et al. (2020) empregaram redes neurais com programação em Python, usando as bibliotecas Keras TensorFlow, para análise visual de agregados do solo. Maldaner e Molin (2020), realizaram mapeamento da produção de cana-de-açúcar através da linguagem de programação

Python. Gins et al. (2108) desenvolvimento de pacote Python, avaliação dados estatísticos de contagem.

Logo o objetivo desse trabalho é apresentar o desenvolvimento de um Programa Open Soucer, na Análise de Variância (ANOVA) e teste Tukey na comparação de médias, com base na Liguagem Python 3.9, servir como incentivo o estudo de linguagens computacionais a futuros alunos de Agronomia. Com programação em Python 3.9 da estatística experimental, com aplicações análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias de Tukey em delineamentos experimentais, Inteiramente Casualizado (DIC), Blocos Casualizados (DBC). Além disso, experimentos em Arranjos Fatoriais em DIC e DBC, para dois fatores qualitativos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A versão preliminar do software, Estatística Experimental Aplicada a Agronomia, Programação em Python (Statistic Lab), desenhada para instalação no Windows terá quatro etapas: a) Preparação do ambiente de desenvolvimento, b) Obtenção e Organização dos dados, c) Elaboração e escrita da base lógica e d) Testes da Aplicação.

2.1 Preparação do ambiente de desenvolvimento

Todo o desenvolvimento foi realizado em um computador com as seguintes configurações de hardware e software apresentadas a seguir:

- Processador: Intel Core i3-3240 CPU 3.40GHz
- Processador Gráfico: Intel HD Graphics 2500
- Memória Ram: 8 GB
- Unidades de Estado Sólido: 297 GB e 465 GB
- Sistema operacional: Windows 10 Pro Versão 21h2

Para o ambiente de desenvolvimento dos artefatos de software foram usadas ferramentas fornecidas gratuitamente:

- PyCharm Community Edition 2022.1.4
- Python 3.9
- Pandas: é uma ferramenta de análise e manipulação de dados de código aberto rápida, poderosa, flexível e fácil de usar, construída sobre a linguagem de programação Python .

- Openpyxl: é uma biblioteca Python para ler/escrever arquivos Excel 2010 xlsx/xlsm/xltx/xltn.

- Math: é um modulo que fornece acesso às funções matemáticas definidas pelo padrão C. construído sobre a linguagem de programação Python.

- Statistics: é um modulo que fornece acesso às funções para calcular estatística de dados numéricos, construído sobre a linguagem de programação Python.

- Cxfreeze: é uma biblioteca externa que agrupa um aplicativo Python e todas as suas dependências em um único pacote. O usuário pode executar o aplicativo empacotado sem instalar um interpretador Python ou qualquer módulo

2.2. Obtenção e Organização dos dados

Os dados foram obtidos por meio de distribuição aleatória de números, seguindo apenas o delineamento estatísticos predefinidos, sendo por tanto apenas uma representação fictícia de dados experimentais, com a finalidade única de servir como base de dados teste para aplicação.

2.3. Elaboração e escrita da base logica.

Ao se pensar na lógica da aplicação o primeiro passo a se tomar, foi definir quais modelos experimentais ela iria abragem, então, para o trabalho em questão os modelos escolhido foram:

- Delineamento Inteiramente Casualizados (DIC)
- Delineamento em Blocos Acasualizados (DBC)
- Fatorial com dois Fatores de Obeservação em DIC
- Fatorial com dois Fatores de Obeservação em DBC

Em seguido foi feito uma fluxograma para ilustra como seguiria a aplicação, assim com está demonstrado na figura 1.

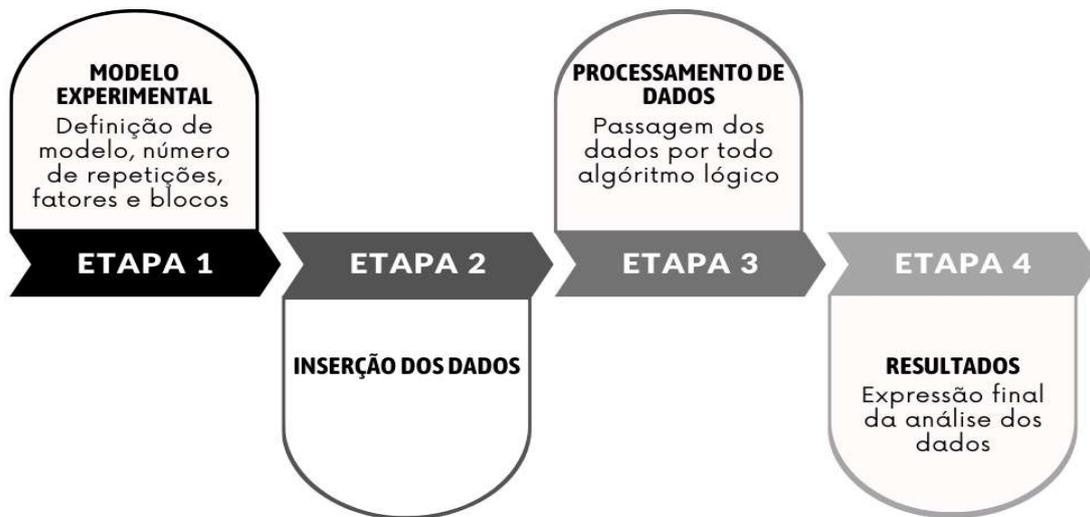


Figura 1: Fluxograma que representa a sequência de eventos a ser realizada pela aplicação, Fonte: Autores, 2023.

Na primeira etapa de elaboração do algoritmo, o modelo experimental a ser escolhido foi definido como uma variável numérica de valor igual 0, em seguida cada modelo também recebeu sua representação numérica assim como disposto a seguir (Figura 2):

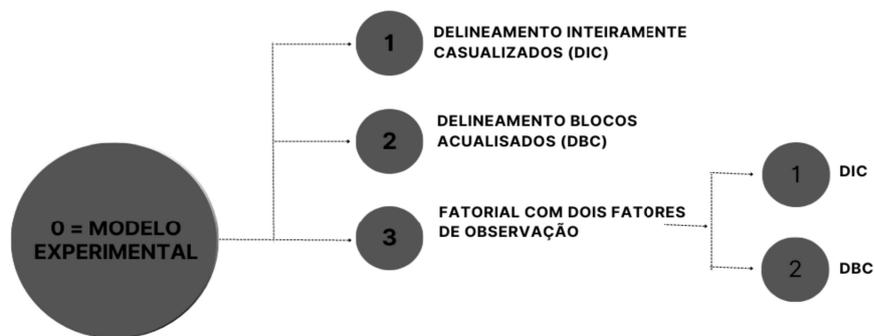


Figura 2: Representação numérica de cada modelo, Fonte: Autores, 2023.

Após definisse às representações numéricas de cada modelo, criou-se uma entrada de valores através da função interna do Python, `input`. Essa

função recebe valores inseridos pelo usuário, verificar se é igual aos predeterminados para os modelos (1, 2, e 3), caso o valor atenda aos requisitos, retorna como modelo selecionado, logo a variável modelo deixa de ser igual a 0 e passa a assumir o valor inserido, caso contrário exibir na tela, através da função interna print, a seguinte mensagem: “Erro: selecione apenas número de 1 a 3”. No caso particular do modelo Fatorial, a função se repete novamente para seus subníveis.

Após definir qual modelo experimental, será aberta uma entrada de dados para três novas variáveis definidas como fator_primário, fator_secundário, fator_terciário. Essas entradas sofreram alterações de acordo com o modelo selecionado, utilizando-se da função interna if, a partir desse ponto a aplicação adequa as três variáveis ao modelo selecionado, assumindo o papel, dependendo do modelo, de número de tratamento e repetições (ou blocos, se for o caso), e definindo assim o tamanho de nossa amostra de dados.

Definido o modelo experimental, e o tamanho da amostra, seguimos para a etapa onde ocorrerá a entrada dos dados amostrais. Nessa etapa devemos elaborar uma lógica um pouco mais complexa, onde ocorra a repetição do mesmo evento durante uma sequência de vezes igual ao tamanho total da amostra. Para realizar essa ação podemos utilizar um sistema formado com a função interna for, nesse sistema ocorrerá a repetição da entrada dos dados, e sua gravação em um grande conjunto de dados chamado dicionário. Dentro desse conjunto, os dados ficaram divididos em conjuntos menores conhecidos como listas.

Com os dados inseridos e gravados no sistema lógico, iniciasse a etapa de análise matemática dessa amostra. Nessa etapa seguimos com a criação de algoritmos matemáticos, tendo como base o que está descrito na literatura por Ferreira (2018).

Por fim, chegasse a etapa de impressão dos resultados, através de uma função print exibimos na tela o resultado da ANOVA, organizada como uma tabela, subsequentemente os resultados de desdobramento de médias, e interações.

2.4 Testes da Aplicação

Após finalizar a elaboração do código fonte da aplicação usou-se a biblioteca Cxfreeze para gerar uma arquivo executavel no formato .exe, e iniciou-se os testes da aplicação, por fim o resultados foram comparados com os obtidos utilizando as aplicações do Speed Stat 2.8 (CARVALHO et al., 2020)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Interface

A aplicação é executada apartir do terminal de comando do sistema windows, não possuindo elementos graficos complexo, apenas textuais (Figura 3), o que colabora para que a mesma seja executada em *hardware* mais simples, que não possuam grande poder de processamento de gráfico, facilitando também no seu carregamento. Além de ser bastante intuitiva.

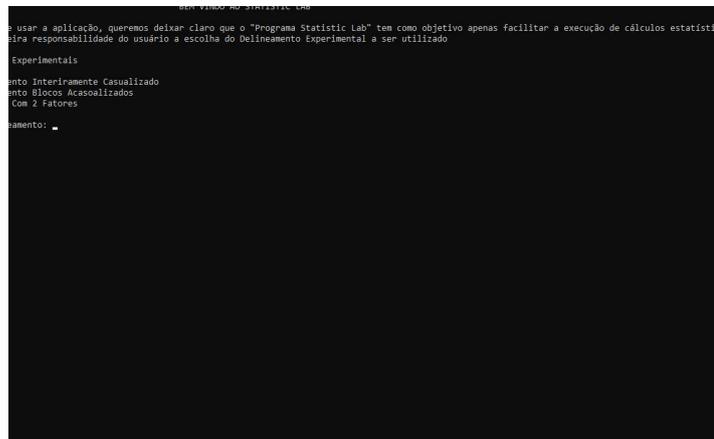


Figura 3: Tela inicial da aplicação StatisticLab, Fonte: Autores, 2023.

Já aplicação Speed Stat apresenta um carregamento inicial bastante lento, pois o mesmo é iniciado através de uma planilha .x/sx, podendo ser um problema para *hardwares* com baixo poder de processamento.

Uso da Aplicação

Durante o uso da aplicação StatiscLab, a necessidade de inserir valor a valor de forma manual (Figura 4), deixa o uso da aplicação mais cansativo, principalmente em situações em que se tenha uma amostragem de dados muito grande. Já o Speed Stat 2.8 (CARVALHO et a., 2020), aceita a entrada dos dados apartir da ferrementa copiar e colar, desde que os dados já estejam organizados conforme o delineamento experimental para análise.

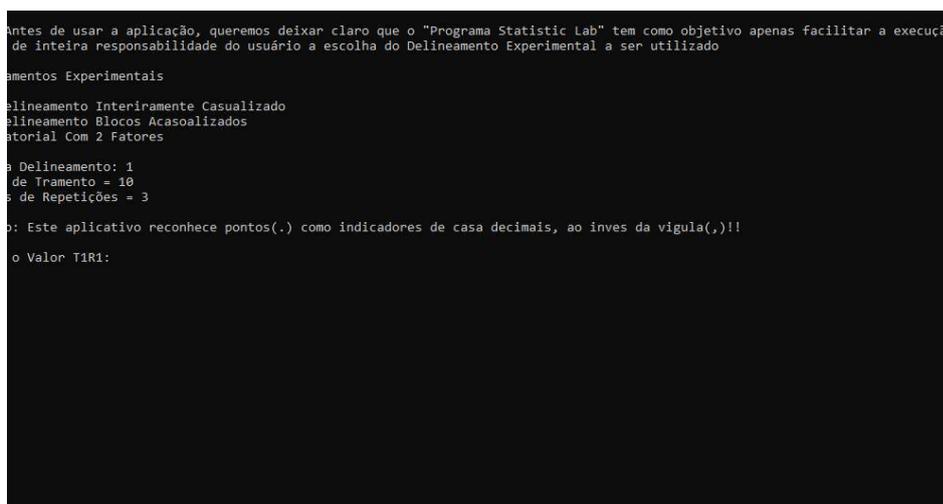


Figura 4: Página de Inserção de dados, Statistic Lab, Fonte: Autores, 2023.

Essa questão pode ser resolvida futuramente com uma atualização da interface grafica da aplicação, a tornando-a mais robusta, e possibilitando a entrada simultanea dos dados.

Análise dos dados

A aplicação Statitisc Lab, apresentou tempos de processamentos da analise de dados bastante elevandos quando comparados com a aplicação Speed Stat, como pode ser visto na quadro 1

Quadro 1 – Tempos levado para analisar dados por aplicação dos softwares Statistic Lab e Speed Stat 2.8.

Delineamentos	Statistic Lab	Speed Stat 2.8
Delineamento Inteiramente Casualizado	31,34s	18,21s
Delineamento Blocos Casualizados	61,59s	10,79s
Fatorial com 2 Fatoresde Observação em DIC (Sem Interação)	80,90s	8,69s

Fatorial com 2 Fatores de Observação em DBC (Sem Interação)	106,45s	7,80s
Fatorial com 2 Fatores de Observação em DBC (Com Interação)	222,30s	5,67s
Fatorial com 2 Fatores de Observação em DBC (Com Interação)	243,69s	4,41s

A tabela mostra que quanto maior o numero de análises for precisa ser feitas na amostra, maior será o tempo de resposta levado pela aplicação Statistic Lab, chegando em casos mais complexos, a próximadamente em torno dos 5 minutos. Isso pode se devido ao tamanho do código fonte da aplicação, tem por volta de 3000 linhas de códigos, sua leitura mais demorada.

Já o Speed Stat 2.8 (CARVALHO et al., 2020), demonstrou redução do tempo de resposta a medida em que se é utilizado, compensado o tempo de carregamento ao iniciasse a aplicação.

Apresentação dos Resultados

Os resultados das análises obtidos pela aplicação Statistic Lab são impresso no terminal de comandos do Windows (Figura 5), e são apresentados no formato de tabelas, com o intuito de serem o mais direto possível.

```

C:\Users\evair\PycharmProjects\StatisticLab\build\exe.win-amd64-3.9\StatisticLab.exe
Digite o Valor T5R3: 9,5211086
Digite o Valor T6R1: 10,0807394
Digite o Valor T6R2: 9,9805554
Digite o Valor T6R3: 9,9551039
Digite o Valor T7R1: 11,0599702
Digite o Valor T7R2: 11,5912188
Digite o Valor T7R3: 11,7245624
Digite o Valor T8R1: 12,6330073
Digite o Valor T8R2: 12,6218199
Digite o Valor T8R3: 12,9223411
Digite o Valor T9R1: 13,4655236
Digite o Valor T9R2: 13,3742488
Digite o Valor T9R3: 12,8531082
Digite o Valor T10R1: 14,3810981
Digite o Valor T10R2: 14,1415524
Digite o Valor T10R3: 14,9955862

-----
RESULTADOS
-----
Fator de Variação    GL      SQ      QV      Valor de F Calculado  Nivel de Significância
-----
Tratamento         9       273,156  30,351  270,991              1%
Erro                 20      2,246   0,112   ---                  ---
Total               29      275,402  ---     ---                  ---
-----
1% - significativo ao nível de 1% pelo teste de F
5% - significativo ao nível de 5% pelo teste de F
ns - Não significativo ao nível de 1%, ou 5% pelo teste de F

Comparação de Medias Tratamentos
Tratamento 5      9,018F
Tratamento 4      8,552F
Tratamento 3      7,146n
Tratamento 2      6,241n
Tratamento 1      4,912J
Tratamento 10     14,586a
Tratamento 9      13,233b
Tratamento 8      12,725b
Tratamento 7      11,459d
Tratamento 6      10,023e
Pressione Enter Para Encerrar o Programa

```

Figura 5: Tela Apresentado resultados da Análise de Dados da Simulação de Experimento em DIC, Fonte: Autores, 2023.

Na aplicação Speed Stat 2.8 (CARVALHO et a., 2020), os resultados são disposto em um segunda planilha, nomeada “SAIDA”. Ambas disponibilizam uma tabela com resultados ANOVA, no entato a Speed Stat apresenta os valores de p para identificar os níveis de significancia, dos teste de F, já Statistic Lab indica pelo nível de sigficancia, como pode ser visto na Figura 6.

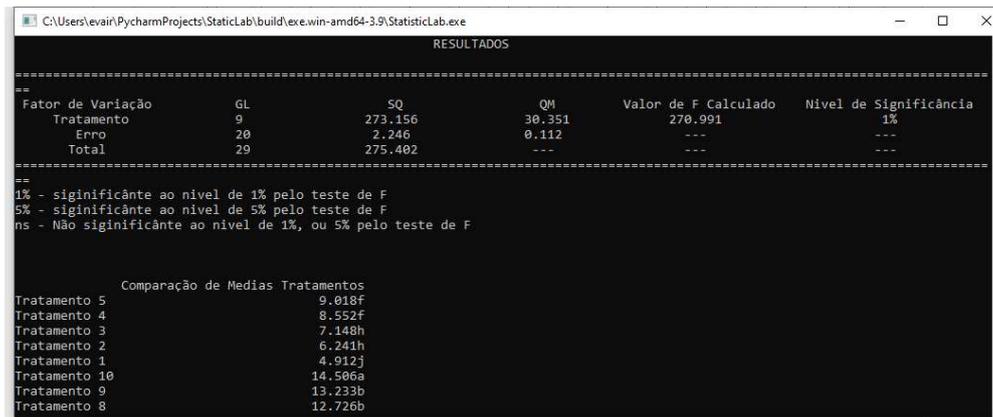


Figura 6: Resultado ANOVA impresso pelo Statistic Lab, Fonte: Autores, 2023.

No caso de amostras apresentarem intereção entre os grupos, o Statistic Lab expressa os resultados de forma semelhante aos apresenatsdos na ANOVA, e apresenta o desdobramento de media das interações de forma individual, assim como apresetado na Figura 7.

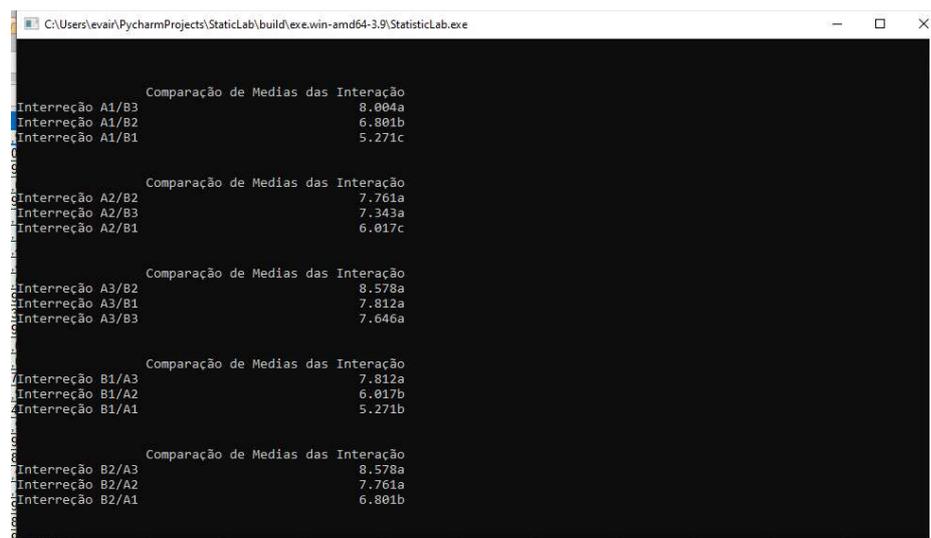


Figura 7: Resultados do teste de comparação de média, interação, Simulação Experimento Fatorial com Dois fatores de observação em DIC colhido da aplicação Statistic Lab, Fonte: Autores, 2023.

Na aplicação Speed Stat 2.8 (CARVALHO et a., 2020), esses resultados são em uma única tabela, com algo sendo a forma mais comum de apresentação desses dados.

Comparação entre os resultados

Delineamento Inteiramente Casualizado

Para esse teste foi simulado um experimento em Delineamento Inteiramente Casualizado, com 10 tratamentos, com 3 repetições cada. Os dados utilizados foram submetidos a uma ANOVA em ambas aplicações e foram obtidos os seguintes resultados para os teste(Figura 8 e Figura 9).

RESULTADOS

Fator de Variação	GL	SQ	QM	Valor de F Calculado	Nível de Significância
Tratamento	9	273.156	30.351	270.991	1%
Erro	20	2.246	0.112	---	---
Total	29	275.402	---	---	---

1% - significante ao nível de 1% pelo teste de F
5% - significante ao nível de 5% pelo teste de F
ns - Não significante ao nível de 1%, ou 5% pelo teste de F

Comparação de Medias Tratamentos

Tratamento 5	9.018f
Tratamento 4	8.552f
Tratamento 3	7.148h
Tratamento 2	6.241h
Tratamento 1	4.912j
Tratamento 10	14.506a
Tratamento 9	13.233b
Tratamento 8	12.726b
Tratamento 7	11.459d
Tratamento 6	10.023e

Figura 8(a): Resultados ANOVA simulação em DIC, Statistic Lab, Fonte: Autores, 2023.

Condições para a Análise de Variância:

Homocedasticidade: SIM

Cochran: OK ($p > 0.05$)

Bartlett:

Hartley: OK ($p > 0.05$)

Normalidade (resíduos): SIM

Jarque-Bera: OK ($p = 0,633$)

Aditividade: SIM ($p = 0,7$)

Índice Paramétrico (IP): (6,6) / ID: (0)

Análise realizada em: 19/1/2023 16:55:36

Análise de Variância (ANOVA)

Y (cole aqui a sua coluna de dados)				DIC-(10 tratamentos)	
F.V.	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tratamentos	9,0	273,1559	30,3507	270,29 **	< 0.001
Resíduo	20,0	2,2458	0,1123		
Total	29,0	275,4017			

Resumo da ANOVA

Y (cole aqui a sua	
FV	
Média geral	9,78
Tratamentos	270,29**
C.V.(%)	3,4300

Figura 8(b): Resultados ANOVA simulação em DIC, Speed Stat 2.8 (CARVALHO et a., 2020), Fonte: Autores,2023.

Conclusões da ANOVA: Há pelo menos um contraste entre

Quadro de Médias - Não há evidência suficiente de que mé

Y (cole aqui a sua coluna de dados correspondente a uma variável.

Tratamentos (números)	Mé	Desvio (se)
T1	4,91 g	0,19
T2	6,24 f	0,19
T3	7,15 f	0,19
T4	8,55 e	0,19
T5	9,02 e	0,19
T6	10,02 d	0,19
T7	11,46 c	0,19
T8	12,73 b	0,19
T9	13,23 b	0,19
T10	14,51 a	0,19

Figura 9: Resultados obtido pelo teste comparação de médias, Simulação em DIC, Speed Stat 2.8 (CARVALHO et a., 2020), Fonte: Autores, 2023.

Os resultados apresentaram bastante proximidade, ambas aplicação apontaram significância para os dados segundo o teste de F, com 1% de probabilidade, os valores para grau de liberdade apresentaram resultados semelhantes, assim como Quadrado médio, Soma dos Quadrados, e F calculado.

O teste de comparação de média também apresentou semelhanças, diferindo apenas na nomenclaturas utilizada para representa a diferença de medias.

Deleneamento Blocos Casualizados

Para esse teste foi simulado um experimento em Delineamento Blocos Casualizados, com 10 tratamentos, com 3 blocos cada. Os dados utilizados foram submetidos a uma ANOVA em ambas aplicações e foram obtidos os seguintes resultados para os teste(Figura 10 e Figura 11).

RESULTADOS

Fator de Variação	GL	SQ	QM	Valor de F Calculado	Nível de Significância
Tratamento	9	273.156	30.351	250.835	1%
Bloco	2	0.075	0.037	0.306	ns
Erro	18	2.171	0.121	---	---
Total	29	275.402	---	---	---

1% - siginificânte ao nível de 1% pelo teste de F

5% - siginificânte ao nível de 5% pelo teste de F

ns - Não siginificânte ao nível de 1%, ou 5% pelo teste de F

Comparação de Medias Tratamentos

Tratamento 5	9.018f
Tratamento 4	8.552g
Tratamento 3	7.148h
Tratamento 2	6.241i
Tratamento 1	4.912j
Tratamento 10	14.506a
Tratamento 9	13.233b
Tratamento 8	12.726c
Tratamento 7	11.459d
Tratamento 6	10.023e

Figura 10(a): Resultados ANOVA simulação em DBC, Statistic Lab, Fonte: Autores, 2023.

Condições para a Análise de Variância:

Homocedasticidade: SIM

Cochran: OK ($p > 0.05$)

Bartlett:

Hartley: OK ($p > 0.05$)

Normalidade (resíduos): SIM

Jarque-Bera: OK ($p = 0,608$)

Aditividade: SIM ($p = 0,3$)

Índice Paramétrico (IP): (5,4) / ID: (0)

Análise realizada em: 19/1/2023 17:20:43

Análise de Variância (ANOVA)

Y (cole aqui a sua coluna de dado)

DBC-(10 tratamentos)

F.V.	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tratamentos	9,0	273,1559	30,3507	251,66 **	< 0.001
Blocos	2,0	0,0750	0,0375	0,31 ns	0,737
Resíduo	18,0	2,1708	0,1205999		
Total	29,0	275,40172			

Resumo da ANOVA

Y (cole aqui a s

FV	
Média geral	9,78
Tratamentos	251,66**
C.V.(%)	3,5500

Figura 10(b): Resultados ANOVA simulação em DBC, Speed Stat 2.8 (CARVALHO et a., 2020). Fonte: Autores,2023.

Conclusões da ANOVA: Há pelo menos um contra

Quadro de Médias - Não há evidencia suficiente de

Y (cole aqui a sua coluna de dados correspondente a uma v

Tratamentos	números	mento (se)
T1	4,91 g	0,20
T2	6,24 f	0,20
T3	7,15 f	0,20
T4	8,55 e	0,20
T5	9,02 de	0,20
T6	10,02 d	0,20
T7	11,46 c	0,20
T8	12,73 b	0,20
T9	13,23 b	0,20
T10	14,51 a	0,20

Figura 11: Resultado obtido pelo teste comparação de medias, Simulação em DBC, Speed Stat 2.8 (CARVALHO et a., 2020),, Fonte: Autores, 2023.

Os resultados assim como no modelo anterior apresentaram bastante proximidade. Em ambas aplicação foram apontada significância para os dados segundo o teste de F, com 1% de probabilidade para a variavel tratamentos, e não sigficativo para variavel blocos. Os valores para grau de liberdade apresentaram resutados semelhantes, assim como Quadrado médio, Soma dos Quadrados, e F calculado.

O teste de comparação de media também apresentou semelhanças, diferindo apenas na nomeclaturas utilizada para representa a diferença de medias.

Fatorial com 2 fatores de observação

Para esse teste foi simulados dois experimentos em Fatorial com 2 fatores de observação, onde o Fator A possuindo 3 tratamentos, Fator B possuindo 3 tratamentos, com 3 repetições em DIC com interação, DBC sem interação. Os dados utilizados foram submetidos a uma ANOVA em ambas aplicações.

Na primeira simulação foram analisados os dados do experimento em DBC sem interação (Figura 12).

RESULTADOS

Fator de Variação	GL	SQ	QM	Valor de F Calculado	Nível de Significância
Tratamento	8	4.102	---	---	---
Fator A	2	0.637	0.319	0.28	ns
Fator B	2	2.592	1.296	1.136	ns
Fator A x Fator B	4	0.873	0.218	0.191	ns
Erro	18	20.534	1.141	---	---
Total	26	24.636	---	---	---

1% - siginificãnte ao nivel de 1% pelo teste de F
5% - siginificãnte ao nivel de 5% pelo teste de F
ns - Não siginificãnte ao nivel de 1%, ou 5% pelo teste de F

Comparação de Medias Fator A

Fator A 1	10.45a
Fator A 3	10.244a
Fator A 2	10.074a

Comparação de Medias Fator B

Fator B 1	9.943a
Fator B 2	10.678a
Fator B 3	10.148a

Figura 12(a): Resultados ANOVA simulação em Fatorial em DBC, sem interação, Statistic Lab, Fonte: Autores, 2023.

Condições para a Análise de Variância:

Homocedasticidade: SIM

Cochran: *OK* ($p > 0,05$)

Bartlett:

Hartley: *OK* ($p > 0,05$)

Normalidade (resíduos): SIM

Jarque-Bera: *OK* ($p = 0,514$)

Aditividade: SIM ($p = 0,725$)

Índice Paramétrico (IP): (5,6) / ID: (0)

Análise realizada em: 19/1/2023 21:44:12

Análise de Variância (ANOVA)

Y (cole aqui a sua coluna de dados)

DBC-Fatorial (3x3)

F.V.	GL	SQ	QM	F	p-valor
FA	2,0	0,6374	0,3187	0,27 <i>Ns</i>	0,768
FB	2,0	2,5922	1,2961	1,09 <i>Ns</i>	0,360
Interação	4,0	0,8720	0,2180	0,18 <i>Ns</i>	0,944
Tratamentos	8,0	4,1016	0,5127	0,43 <i>Ns</i>	0,886
Blocos	2,0	1,4848	0,7424	0,62 <i>Ns</i>	0,549
Resíduo	16,0	19,0494	1,1906		
Total	26,0	24,6358			

Resumo da ANOVA

Y (cole aqui a s

FV	
Média geral	10,26
FA	0,7680
FB	0,3600
Interação	0,9440
Tratamentos	0,8860
C.V.(%)	10,6400

Figura 12(b): Resultados ANOVA simulação em Fatorial em DBC, sem interação, Speed Stat 2.8 (CARVALHO et a., 2020), Fonte: Autores,2023

Mas uma vez os resultados apresentaram bastante proximidade. Em ambas aplicação foram apontada não significância para os dados segundo o teste de F. Os valores para grau de liberdade apresentaram resultados semelhantes, assim como Quadrado médio, Soma dos Quadrados, e F calculado.

O teste de comparação de media também apresentou semelhanças, diferindo apenas na nomenclaturas utilizada para representa a diferença de medias, e sua diposição (Figura 13).

ANOVA do desdobramento (p-valores): A/b1 (0,997) A/b2 (0,966) A/b3 (0,563)
 b/A1 (0,655) b/A2 (0,638) b/A3 (0,584)
 Embora o F para 'Tratamentos' na ANOVA não tenha rejeitado H0, testes posteri

Quadro de Médias - Não há evidencia suficiente de que médias seguidas por uma mesma letra, maiúsculas
 - mm: médias marginais. Como a interação é claramente não-significativa, é muito

Y (cole aqui a sua coluna de dados correspondente a uma variável. A primeira célula deve ser o nome da variável)

	A1	A2	A3	mm
b1	9,97 Aa	9,96 Aa	9,90 Aa	9,94 a
b2	10,70 Aa	10,55 Aa	10,78 Aa	10,68 a
b3	10,68 Aa	9,72 Aa	10,05 Aa	10,15 a
mm	10,45 A	10,07 A	10,24 A	

Figura 13: Resultado obtido pelo teste comparação de médias, Simulação em Fatorial em DBC, sem interação, Speed Stat 2.8 (CARVALHO et al., 2020), Fonte: Autores, 2023.

No que se diz respeito a segunda simulação ambas aplicações atenderam a resultado esperado, apresentando resultados parecidos, com nível de significância de probabilidade para a interação entre os fatores. E assim como os demais, apresentado valores semelhantes entre si para as demais variáveis (Figura 14).

RESULTADOS

Fator de Variação	GL	SQ	QM	Valor de F Calculado	Nível de Significância
Tratamento	8	26.142	---	---	---
Fator A	2	8.431	4.215	131.719	1%
Fator B	2	10.496	5.248	164.0	1%
Fator A x Fator B	4	7.215	1.804	56.375	1%
Erro	18	0.579	0.032	---	---
Total	26	26.721	---	---	---

1% - significante ao nível de 1% pelo teste de F
 5% - significante ao nível de 5% pelo teste de F
 ns - Não significante ao nível de 1%, ou 5% pelo teste de F

Comparação de Médias Fator A

Fator A 3	8.012a
Fator A 2	7.04b
Fator A 1	6.692c

Comparação de Médias Fator B

Fator B 2	7.713a
Fator B 3	7.664a
Fator B 1	6.367c

Figura 14(a): Resultados ANOVA simulação em Fatorial em DIC, com interação, Statistic Lab, Fonte: Autores, 2023.

PLANILHA DE SAÍDA DE DADOS

[\(veja aqui como salvar somente esta planilha\)](#)**Condições para a Análise de Variância:****Homocedasticidade: SIM**Cochran: OK ($p > 0.05$)

Bartlett:

Hartley: OK ($p > 0.05$)**Normalidade (resíduos): SIM**Jarque-Bera: OK ($p = 0,59$)**Aditividade: SIM ($p = 0,7$)**

Índice Paramétrico (IP): (6,3) / ID: (0)

Análise realizada em: 19/1/2023 23:14:05

Análise de Variância (ANOVA)

Y (cole aqui a sua coluna de dados)

DIC-Fatorial (3x3)

F.V.	GL	SQ	QM	F	p-valor
FA	2,0	8,4308	4,2154	131,01 **	< 0.001
FB	2,0	10,4963	5,2482	163,11 **	< 0.001
Interação	4,0	7,2145	1,8036	56,05 **	< 0.001
Tratamentos	8,0	26,1416	3,2677	101,56 **	< 0.001
Resíduo	18,0	0,5792	0,0322		
Total	26,0	26,7208			

Resumo da ANOVA

Y (cole aqui a sua colu

FV	
Média geral	7,25
FA	< 0.001
FB	< 0.001
Interação	< 0.001
Tratamentos	< 0.001
C.V.(%)	2,4700

Figura 14(b): Resultados ANOVA simulação em Fatorial em DIC, com interação, Speed Stat, Fonte: Autores, 2023.

Quanto ao desdobramento das media das interações, aplicação Statistic Lab apresentou uma tabela de resultados a mais que a Speed Stat, sendo essa uma tabela de Analise de Variancia entre ás interações.

DESDOBRAMENTO ENTRE INTERAÇÕES A/B						Comparação de Medias das Interação	
Fator de Variação	GL	SQ	QM	Valor de F Calculado	Nível de Significância	Interseção A1/B3	
B/A1	2	11.256	5.628	175.875	1%	8.004a	
B/A2	2	4.972	2.486	77.688	1%	6.801b	
B/A3	2	1.483	0.742	23.188	1%	5.271c	
						Comparação de Medias das Interação	
						Interseção A2/B2	7.761a
						Interseção A2/B3	7.343a
						Interseção A2/B1	6.017c
						Comparação de Medias das Interação	
						Interseção A3/B2	8.578a
						Interseção A3/B1	7.812a
						Interseção A3/B3	7.646a
						Comparação de Medias das Interação	
						Interseção B1/A3	7.812a
						Interseção B1/A2	6.017b
						Interseção B1/A1	5.271b
						Comparação de Medias das Interação	
						Interseção B2/A3	8.578a
						Interseção B2/A2	7.761a
						Interseção B2/A1	6.801b
						Comparação de Medias das Interação	
						Interseção B3/A1	8.004a
						Interseção B3/A3	7.646a
						Interseção B3/A2	7.343a

Figura 15(a): Resultado obtido pelo teste comparação de médias, Simulação em Fatorial em DIC, com interação, Statistic Lab, Fonte: Autores, 2023.

Obs: I. O teste de aditividade de Tukey é aplicado apenas para verificar efeitos não-aditivos entre tratamentos e blocos, não sendo usualmer

ANOVA do desdobramento (p-valores): A/b1 (<0.001) A/b2 (<0.001) A/b3 (0,001)
 b/A1 (<0.001) b/A2 (<0.001) b/A3 (<0.001)

Há pelo menos um contraste entre médias que difere de zero.

Quadro de Médias - Não há evidencia suficiente de que médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na linha
 - mm: médias marginais. É possível considerar a interação como significativa neste caso, faça t

Y (cole aqui a sua coluna de dados correspondente a uma variável. A primeira célula deve ser o nome da variável e as den

	A1	A2	A3	mm
b1	5,27 Cc	6,02 Bc	7,81 Ab	6,37 b
b2	6,80 Cb	7,76 Ba	8,58 Aa	7,71 a
b3	8,00 Aa	7,34 Bb	7,65 ABb	7,66 a
mm	6,69 C	7,04 B	8,01 A	

Figura 15(b): Resultado obtido pelo teste comparação de mdedias, Simulação em Fatorial em DIC, com interação, Speed Stat 2.8 (CARVALHO et a., 2020), Fonte: Autores, 2023.

Quantos aos demais resultados difeririam apenas na forma de apresentação dos mesmo, já que o Speed Stat apresnta os resultados em tabela única, e o Statistic Lab apresenta em tabelas individuais para cada tratamento.

4. CONCLUSÃO

- A aplicação Statistic Lab tem uso quanto a análise de variância de dados, por apresentar resultados bem próximos a uma aplicação já consolidada, como é o caso do Speed Stat 2.8, porém ainda necessita de alguns ajustes.

Inserção de testes de normalidade e coeficiente de variação.

Inserção dos testes comparação de médias teste de Duncan, teste SNK, teste de Scott-Knott

5. REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. C.; JÚNIOR MALDONADO, W. **Experimentação Agronômica & Agroestat: Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos**. Jabotical: Gráfica Multipress Ltda, 2015, 396p.

BORELLA, L. C.; BORELJLA, M. R. C.; CORSO, L. L. Climate analysis using neural networks as supporting to the agriculture. **Gestão & Produção**, v. 29, n.0, p.1-16, e06, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2022v29e06> 1/16.

BHERING, L.L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and applied biotechnology**. v.17. p.187-190, 2017.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E.A; GODOY, C. V. SASM-AGRI - Sistema para Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas pelos Métodos Scott-Knott, Tukey E Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24, Dez.2001.

CARVALHO, C. P. Financing Agricultural Products: A Statistical Approach in sales data inside of a Brazilian State. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, v. 5, n. 5, p. 1196-1203, 2020.

CARVALHO, A.M.X.; MENDES, F.Q.; MENDES, F.Q.; TAVARES, L.F. SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.20, n.3, p.1-6, e327420312, 2020.

COSTA, J. R. **TÉCNICAS EXPERIMENTAIS APLICADAS ÀS CIÊNCIAS AGRÁRIAS**. Seropédica - RJ, EMBRAPA Agrobiologia, 2003, 102p (EMBRAPA Agrobiologia, Documentos 163)

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, July-Sept., 2013.

FEREIRA, D. F. SISVAR: A Computer Statistical Analysis System. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011

FERREIRA, P. V. **ESTATÍSTICA EXPERIMENTAL APLICADA ÀS CIÊNCIAS AGRÁRIAS**, Vicoça, Ed. UFV, 2018, 588p.

GARCIA-MARQUES, TERESA; AZEVEDO, MANUELA. A inferência estatística e o problema da inflação do nível de alfa: A ANOVA como exemplo. **Psicologia**, v. 10, n. 1/2, p. 195-220, 1995.

GARCIA-MARQUES, TERESA. A hipótese de estudo determina a análise estatística: Um exemplo com o modelo ANOVA. **Análise Psicológica**, v. 15, n. 1, p. 19-28, 1997.

GINS, W.; GROORE, R. P.; BISSELL, M. L.; GRANADOS BUITRAGO, C.; FERRER, R.; LYNCH, K. M.; NEYNES, G.; SELES, S. Analysis of counting data: Development of the SATLAS Python package. **Computer Physics Communications**, v., 222, p.286–294, 2018.

MALDANER, L. F.; MOLIN, J. P. Data processing within rows for sugarcane yield mapping. **Scientia Agricola**, v.77, n.5, p.1-8, e20180391, 2020.

MENEZES, Nilo Ney Coutinho. **Introdução a programação com Python**. São Paulo: Novatec, 2010.

NOGUEIRA, M. C. S. **EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA I: CONCEITOS, PLANEJAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA**. 1 ed. Piracicaba, ESALQ/USP, 2007, 479p.

RIBEIRO, A. I.; PECHE FILHO, A.; ROSAS, C. L. G.; ALBIERO, D.; FENGLER, F. H.; MEDEIROS, G. A.; DINIZ, I. S.; CARVALHO, M. M.; LONGO, R. M. Precision conservation: from visual analysis of soil aggregates to the use of

neural networks. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, Special Agriculture 4.0, e20207733, 2020.

ROCHA, Daniel WS; MELO, Eduardo Cardoso; OLIVEIRA, Bruno Alberto Soares. SEGBEE: Mobile Application for Honey Segmentation in Apiary Boards. **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, v. 29, n. 3, p. 54-64, 2022.

ROSA, A. G.; SILVA, M. L. RunData: an easy and intuitive online tool for statistical analyses. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.20, n.3, e31802032, 2020.

SANTOS, J. W.; ALMEIDA, F. A. C.; BELTRÃO, N. E. M.; CAVALCANTI, F. B. **ESTATÍSTICA EXPERIMENTAL APLICADA**. 2ed. Revista e Ampliada, Campina Grande: EMBRAPA Algodão/ Universidade Federal de Campina Grande, 2008, 461p.

SILVA, P. S. L. **MÉTODO PARA PESQUISA COM PLANTAS**. 2ed. Mossoró, RN, EdUFERSA, 2014, 404p.

TRINDADE, D. B.; TEIXEIRA, N. S.; COUTO, L. A.; COQUEIRO, J. S. Ferramenta estatística para análise de dados: comandos do software R. **Brazilian Journal of Science**, v.1, n.9, p.70-84, 2022.

VASCONCELOS, E. S. **ESTATÍSTICA EXPERIMENTAL: ANÁLISE DE TRATAMENTOS QUALITATIVOS**. Cascavel – PR, EDUNIOESTE, 2018, 221p.

ZIMMERMAN, F. J. P. **ESTATÍSTICA APLICADA À PESQUISA AGRÍCOLA**. 2ed. Revista e Ampliada, Brasília, DF, 2014, 582p.