



**GOVERNO DO  
ESTADO DO  
TOCANTINS**

## CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

### **DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO *WEB* PARA CÁLCULO DE ANOVA**

JOÃO PAULO MORAES GUIMARÃES

Palmas - TO

2019



**GOVERNO DO  
ESTADO DO  
TOCANTINS**

## CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

### **DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO *WEB* PARA CÁLCULO DE ANOVA**

**JOÃO PAULO MORAES GUIMARÃES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Sistemas de Informação da Fundação Universidade Estadual do Tocantins - UNITINS, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação, sob a orientação do professor Dr. Antonio Rafael de Souza Alves Bosso.

Palmas - TO

2019



**GOVERNO DO  
ESTADO DO  
TOCANTINS**

## **CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

### **DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO *WEB* PARA CÁLCULO DE ANOVA**

**JOÃO PAULO MORAES GUIMARÃES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Sistemas de Informação da Fundação Universidade Estadual do Tocantins - UNITINS, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação, sob a orientação do professor Dr. Antonio Rafael de Souza Alves Bosso.

---

**Prof. Dr. Antonio Rafael de Souza Alves**  
**Bosso**  
Orientador

---

**Prof. Dr. Arison José Pereira**  
Convidado 1

---

**Prof. Yzaac Gonçalves da Silva**  
Convidado 2

Palmas - TO  
2019

*Este trabalho é dedicado à todos que acreditaram em mim e me ajudaram de qualquer forma.*

# Agradecimentos

Aos meus pais que sempre me incentivaram a superar as dificuldades, aos meus amigos de jornada, por não me deixarem desistir, e ao meu orientador por acreditar e não desistir de mim. Muito obrigado.

*“Eu sei que eu nasci e eu sei que um dia vou morrer,  
o meio é meu.”(Eddie Vedder)*

# Resumo

Este trabalho mostra o desenvolvimento do PlanEx-ANOVA uma aplicação para o cálculo estatístico de análise de variância. O objetivo do trabalho foi desenvolver uma solução para calcular a ANOVA (*analysis of variance*) e disponibiliza-lo como uma ferramenta, simples e instrutiva. A aplicação foi desenvolvida utilizando a linguagem JavaScript, por possibilitar o aproveitamento de diversos *frameworks* além de tornar o PlanEx-ANOVA compatível com o que há de mais moderno no desenvolvimento *Web*. A aplicação entrega algumas ferramentas para calcular ANOVA na modalidade de experimentos inteiramente causalizados e Blocos inteiramente causalizados, duas modalidades de ANOVA cujo o cálculo prévio é conveniente para testes de significância. PlanEx-ANOVA objetiva ser uma aplicação gratuita, rápida e eficiente área de testes estatísticos podendo assim auxiliar no aprendizado e pesquisa em todos os níveis de graduação.

**Keywords:** ANOVA, Estatística, *Open source*, Educação 4.0.

# Abstract

This work shows the development of PlanEx-ANOVA an application for the statistical calculation of variance analysis. The objective of the work was to develop a solution to calculate ANOVA (analysis of variance) and made available as a simple and instructive tool. The application has been developed with the JavaScript language, because it allows the use of several frameworks, besides making PlanEx-ANOVA compatible with the latest in Web development. The application provides some tools to calculate ANOVA in the mode of experiments completely causalized and Completely causalized blocks, two ANOVA modality whose previous calculation is convenient for tests of significance. PlanEx-ANOVA aims to be a free, fast and efficient application of statistical tests that can help in learning and research at all undergraduate levels.

**Key-words:** ANOVA, Statistics, Open source, Education 4.0.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Evolução da educação . . . . .	3
Figura 2 – Tecnologia alinhado com foco na aprendizagem . . . . .	4
Figura 3 – Tabela de resumo ANOVA delineamentos ao acaso . . . . .	10
Figura 4 – Tabela de resumo ANOVA, blocos. . . . .	11
Figura 5 – Camadas web . . . . .	15
Figura 6 – Estado inicial . . . . .	19
Figura 7 – Entrada de dados . . . . .	20
Figura 8 – Cálculo experimentos ao acaso . . . . .	20
Figura 9 – Cálculo blocos ao acaso . . . . .	21
Figura 10 – Tabela de respostas . . . . .	23
Figura 11 – Gráfico de resposta questão 1 . . . . .	23
Figura 12 – Gráfico de resposta questão 2 . . . . .	24
Figura 13 – Gráfico de resposta questões objetivas . . . . .	24

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Principais vantagens e desvantagens entre *Software Open Source* e Proprietário 13

# Lista de abreviaturas e siglas

ANOVA - *analysis of variance*.

NTIC - Novas tecnologias de informação e comunicação.

GL - Grau de liberdade

SQ - Soma dos quadrados

QM - quadrado da média

OSS - *Open Source Software*

OSI - *Open Source Initiative*

HTML - *HyperText Markup Language*

CSS - *Cascading Style Sheets*

ECMA - *European Computer Manufactures Association*

POO - Programação Orientada a Objetos

GNU - *General Public License*.

# Lista de símbolos

$K$  - Quantidade de variáveis

$\bar{X}$  - Média aritmética

$n$  - Número de itens na amostra

$Md$  - Mediana

$Mo$  - Moda

$S^2$  - Variância

$S$  - Desvio padrão

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>Problema</b>	<b>1</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos do Trabalho</b>	<b>2</b>
1.3.1	Objetivo Geral	2
1.3.2	Objetivos Específicos	2
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Educação 4.0</b>	<b>3</b>
2.1.1	Metodologias ativas	4
2.1.2	Novas tecnologias na educação.	5
<b>2.2</b>	<b>Estatística</b>	<b>6</b>
2.2.1	Medidas de tendencia central	7
2.2.1.1	Média	7
2.2.1.2	Mediana	8
2.2.2	Medidas de variabilidade	8
2.2.2.1	Variança e Desvio padrão	8
<b>2.3</b>	<b>ANOVA</b>	<b>9</b>
2.3.1	Delineamento Inteiramente Casualizado	9
2.3.2	Delineamento em Blocos Casualizados	10
<b>2.4</b>	<b>Open Source</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Materiais</b>	<b>14</b>
3.1.1	HTML	14
3.1.2	CSS	14
3.1.2.1	Bootstrap	15
3.1.3	JavaScript	15
3.1.3.1	ECMAScript	16
3.1.3.2	TypeScript	16
3.1.3.3	Angular	16
3.1.4	Ionic	17
3.1.5	GIT	17
3.1.5.1	GitHub	17
3.1.6	Visual Studio Code	18
<b>3.2</b>	<b>Implementação dos métodos</b>	<b>18</b>

<b>4</b>	<b>RESULTADOS . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b>Aplicação desenvolvida . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>4.2</b>	<b>Questionário . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Resultados . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>26</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>28</b>
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO . . . . .</b>	<b>29</b>
	<b>APÊNDICE B – ALGORÍTIMO . . . . .</b>	<b>31</b>

# 1 Introdução

Diante da utilização da tecnologia nos mais diferentes meios, a educação não poderia ficar de fora, nasce assim a educação 4.0 onde a tecnologia é parte fundamental do processo de aprendizado. A sala de aula é cada vez mais integrada com aparelhos tecnológicos e este trabalho visa contribuir para a criação de algo que poderá vir a ser usado dentro e fora de uma aula durante o ensino de estatística para alunos de diversos níveis de graduação.

É evidente o crescimento do desenvolvimento de tecnologias que auxiliam no aprendizado, já que a forma que consumimos informação mudou, a forma como os professores apresenta conteúdo afim que esse seja compreendido e assimilado deve acompanhar as tendências mundiais.

No cenário de testes estatísticos a Análise de Variância (ANOVA) atua sobre estudos que buscam comparar a distribuição de três ou mais grupos de amostras, independentes ou não. Nesse caso, o resultado evidencia que a distribuição de pelo menos um dos grupos se difere das demais. Com esse contexto fica claro a necessidade de mais de um cálculo quando se busca estudo detalhado de múltiplas amostras.

Este trabalho está dividido em três capítulos, sendo que no capítulo 1 é abordado a parte introdutória, mostrando a proposta do trabalho; no capítulo 2 é apresentado um breve referencial teórico, apontando os conceitos envolvidos no processo de desenvolvimento do trabalho proposto; no capítulo 3 é apresentado as tecnologias e a metodologia utilizada para resolução do problema apresentado neste trabalho; por fim, nos capítulos 4 e 5 apresenta-se os resultados e considerações finais, respectivamente.

## 1.1 Justificativa

O que motivou a realização deste trabalho foi entender a necessidade de um *software* aberto de cálculos estatísticos para áreas distintas e assumir que o processo de aprendizagem e consumo de informação está evoluindo e a entrega de conteúdo deve ter uma evolução proporcional, baseando-se em princípio de aplicação de implantação de recursos tecnológicos no ambiente de aprendizado.

## 1.2 Problema

A forma como se aprende atualmente já é diferente de como nossos pais aprendiam, hoje temos uma quantidade enorme de conteúdo a nossa disposição. Mesmo assim, alguns recursos ainda são pouco explorados e trazem uma elevada dificuldade e complexidade na obtenção de resultados significantes devido a uma curva de aprendizagem desequilibrada.

Aplicação para cálculos estatísticos são em sua maioria, complexos exigindo do usuário um elevado conhecimento prévio para sua utilização, dificultando assim o uso de ferramentas tecnológicas tanto no contexto acadêmico para o ensino quanto para outras finalidades como pesquisas e obtenção de resultados estatísticos relevantes para alguém sem tanto conhecimento teórico.

## 1.3 Objetivos do Trabalho

### 1.3.1 Objetivo Geral

Implementar um *software* que contenha as ferramentas estatísticas de ANOVA para validação como ferramenta de ensino e pesquisa na graduação.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Compreender e implementar os conceitos do cálculos de teoria da ANOVA;
- Desenvolver a interface do *software*, de forma amigável para o usuário;
- Realizar uma avaliação do software em um grupo de alunos que realizam pesquisas em nível de graduação.



## 2 Referencial Teórico

### 2.1 Educação 4.0

De acordo com dados mostrados no *The Global Summit 2017*, o futuro da Educação está baseado na ideia de aprender fazendo ou *Learning by doing*. Esse conceito traz a proposta de que quem está atualmente nas escolas vai aprender coisas diferentes e de maneiras diferentes, por meio de experiências, projetos, testes e principalmente prática. Segundo uma artigo do site EscolaWeb (2019) a educação 4.0 promete mudar a forma como os seres humanos absorvem conhecimento.

Essa mudança baseia-se no conceito de *learning by doing*, que em português significa “aprender fazendo”. É uma resposta aos questionamentos de professores e gestores da área que se perguntam quando a escola vai se adaptar à realidade do mundo digital para manter o interesse dos alunos. (ESCO-LAWEB, 2019).

Conforme apresentado por Andrade (2019) seu livro "Guia definitivo da educação 4.0", o termo 4.0 faz menção ao conceito e uso de Internet inteligente que afirma que os conteúdos destinados aos internautas serão cada vez mais personalizados e interativos. Assim, temos como principal característica o fato das tecnologias estarem cada vez mais no nosso cotidiano, e também dentro da sala de aula, promovendo e estimulando a troca de conhecimento.

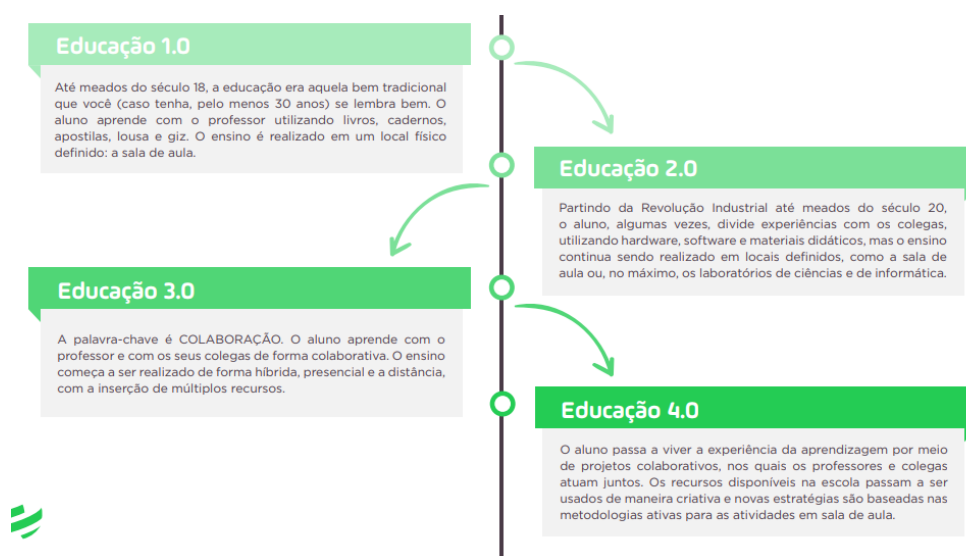


Figura 1 – Evolução da educação  
(ANDRADE, 2019, p.4)

O foco, porém, vai deixando de ser somente os recursos tecnológicos e passa a ser o como utilizar as ferramentas digitais e como elas podem proporcionar interação, ludicidade e o fazer coletivo. (ANDRADE, 2019, p.5).

Andrade (2019) ainda trás em seu livro um discussão sobre a tecnologia e as metodologias, e conclui que mesmo os mais avançados recursos tecnológicos não são capazes de fazer milagre por si só, "Os recursos precisam ir além do simples uso dos equipamentos, que devem ser utilizados para facilitar e promover o processo de ensino e aprendizagem, no qual o aluno seja autor de seu conhecimento"(ANDRADE, 2019, p.6). É essencial que a tecnologia empregada na educação esteja alinhada a um planejamento pedagógico estratégico, eficaz e com os objetivos de aprendizagem bem definidos.



Figura 2 – Tecnologia alinhado com foco na aprendizagem  
(ANDRADE, 2019, p.6)

A figura 2 mostra que a tecnologia somada com objetivos definidos de aprendizagem pode resultar em atividades incríveis.

### 2.1.1 Metodologias ativas

Atualmente um aluno não conectado e sem o domínio digital perde, segundo Moran (2019), grandes chances de se informar, de acessar importantes materiais, de se comunicar, de tornar-se visível para os demais, de publicar suas ideias e de aumentar sua empregabilidade futura. A ascensão digital exige mudanças profundas que atinjam as escola em todas as suas dimensões. "A chegada das tecnologias móveis à sala de aula traz tensões, novas possibilidades e grandes desafios"(MORAN, 2019).

Antes de entender o que são as metodologias ativas, Moran (2017) descreve o que é metodologia e de acordo com a sua descrição, metodologias são "diretrizes que orientam os processos de ensino e aprendizagem e que se concretizam em estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas, diferenciadas".

"Cada vez mais ouviremos falar em metodologias ativas. Elas estão diretamente relacionadas aos novos referenciais teóricos propostos pela Educação 4.0"(ESCOLAWEB, 2019). De acordo com Moran (2017) essas metodologias tratam-se de estratégias de ensino focadas na

efetiva participação dos estudantes, de forma flexível e interligada, no processo de construção de aprendizagem.

Aprendemos de muitas maneiras, com diversas técnicas, procedimentos, mais ou menos eficazes para conseguir os objetivos desejados. A aprendizagem ativa aumenta a nossa flexibilidade cognitiva, que é a capacidade de alternar e realizar diferentes tarefas, operações mentais ou objetivos e de adaptar-nos a situações inesperadas, superando modelos mentais rígidos e automatismos pouco eficientes. (MORAN, 2017).

A autora Andrade (2019) lista em seu livro algumas dos benefícios das metodologias ativas, entre estes vale a pena destacar.

- Autonomia para os alunos;
- Construção do conhecimento;
- Conexão e interação entre os alunos e professores;
- Engajamento dos alunos;
- Melhor aproveitamento das aulas.

### 2.1.2 Novas tecnologias na educação.

A aplicação de tecnologias na educação é uma ótima forma para dinamizar o processo de ensino e aprendizagem. Se for aplicada com responsabilidade e criatividade, a tecnologia pode apresentar diferentes benefícios para os alunos e até mesmo para a equipe de educadores. Com o acesso cada vez mais democratizado da tecnologia é comum que toda essa modernidade esteja inserida no dia a dia de todos e as escolas não devem ser avessas a introdução de novidade nos métodos de ensino.

É importante salientar que a tecnologia não substitui os professores na educação, e que ainda é fundamental que os agentes da educação saibam conduzir o uso dessas novas mídias e *softwares*. Um aparelho de última geração não garante que um estudante irá aprender, por isso é essencial a figura do professor nesse processo. Quando se encontra o equilíbrio, o uso da tecnologia contribui para o desenvolvimento cognitivo dos alunos e auxiliam os professores a despertar a curiosidade dos estudantes.

Bezerra (2017) coloca em seu artigo que, os métodos de ensino tradicionais que são aqueles consolidados com o tempo e que imperam nas instituições de ensino, levam à crise do ensino, desde o primário até a universidade.

Ainda persiste, com muitos professores, o método onde o professor fala, o aluno escuta; o professor dita, o aluno escreve; o professor manda, o aluno obedece. A maioria, porém, já é mais maleável: o professor fala, o aluno discute; o professor discursa, o aluno toma nota; o professor pede, o aluno pondera. Em casos específicos, o aluno fala, o professor escuta, o grupo debate e todos tomam nota, inclusive o professor, procurando ir ao encontro das necessidades que surgem. (BEZERRA, 2017).

Para Bezerra (2017) a tecnologia muda os meios de comunicação em massa e paralelamente, os meios de ensino, não somente dentro da sala de aula. Segundo Bezerra (2017) estudos demonstram os benefícios da utilização das novas tecnologias de informação e comunicação (NTICs) nas práticas escolares em qualquer nível de ensino.

Conforme Loing (1998), a introdução das NTICs na educação deve ser acompanhada de uma reflexão sobre a necessidade de uma mudança na concepção de aprendizagem vigente na maioria das escolas atualmente.

A sociedade contemporânea vive conectada a mídia, o que acarreta uma mudança considerável na velocidade da propagação da informação, da mesma forma que colabora para a criação de ambientes virtuais e de um novo espaço de comunicação, onde podemos citar, por exemplo, o que acontece em muitas *lan house*, onde crianças e jovens se comunicam através de certos jogos eletrônicos em rede (LÉVY, 1989, p.11)

De acordo com Júnior (2014) com o desenvolvimento das tecnologias, o aluno tornou-se cada vez mais autônomo e independente sem ficar limitado pelas restrições de tempo e espaço. Segundo Mugnol (2009), os avanços tecnológicos tornaram mais visíveis as possibilidades de criação de outras atividades de ensino e aprendizagem, o que favoreceu o desenvolvimento de novas metodologias.

## 2.2 Estatística

Segundo Crespo (2004) a estatística é uma parte da matemática aplicada que fornece métodos para coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados e para a utilização dos mesmos na tomada de decisões.

Em seu artigo sobre estatística básica, Granzotto (2002) cita a evolução da estatística ao longo do tempo que parte desde a antiguidade onde os povos já registravam o número de habitantes, nascimentos, óbitos. Faziam "estatísticas", na idade média as informações eram tabuladas para finalidades tributárias e bélicas, no sec XVI surgem as primeiras análises sistemáticas e as

primeiras tabelas já no século XVIII a estatística com feição científica é batizada por Godofredo Achenwall. As tabelas ficam mais completas, surgem as primeiras representações gráficas e os cálculos de probabilidades. A estatística deixa de ser uma simples tabulação de dados numéricos para se tornar "O estudo de como se chegar a conclusão sobre uma população, partindo da observação de partes dessa população (amostra)" (GRANZOTTO, 2002).

Mattos (2010) divide a estatística em duas principais áreas:

Estatística Descritiva: é aquela que se preocupa com a coleta, organização, classificação, apresentação, interpretação e análise de dados referentes ao fenômeno através de gráficos e tabelas além de calcular medidas que permita descrever o fenômeno.

Estatística Indutiva (Amostrai ou Inferencial): é aquela que partindo de uma amostra, estabelece hipóteses, tira conclusões sobre a população de origem e que formula previsões fundamentando-se na teoria das probabilidades. A estatística indutiva cuida da análise e interpretação dos dados (MATTOS, 2010, p.4)

## 2.2.1 Medidas de tendência central

As medidas de tendência central (ou medidas de posição segundo (CRESPO, 2004)) são valores que, de certa forma trazem informações contidas nos dados estatísticos. Elas funcionam como uma espécie de “medidas-resumo”, pois passam a ideia do comportamento geral das observações estudadas. Pode-se dizer ainda que elas são como valores de referência, em torno dos quais, os outros se distribuem.

### 2.2.1.1 Média

Em um conjunto de dados podem ser obtidos vários tipos de média (CRESPO, 2004), porém a mais popular é a média aritmética ou simplesmente média. É uma medida que funciona como o ponto de “equilíbrio” de um conjunto de dados e é comumente representada pelo símbolo  $\bar{X}$ .

"A média de um conjunto é o resultado da divisão entre a soma de todos os valores pela quantidade de valores" (FILHO, 2019). A média, diferente da mediana, é afetada por medidas extremas

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Onde:

- $\bar{X}$  a média aritmética;
- $X_i$  os valores da variável;

- $n$  o número de valores.

### 2.2.1.2 Mediana

A mediana é o valor que se encontra na posição média da serie ordenada de dados(crescente ou decrescente) (FILHO, 2019) , é o valor situado de tal forma no conjunto que o separa em dois subconjuntos de mesmo numero de elementos.

Para encontrar a mediana em um conjunto de dados, é preciso conhecer a posição que ela ocupa em relação aos elementos ordenados desse conjunto. Se o conjunto em questão possuir quantidade par de elemento, a mediana será a média aritmética dos dois elementos centrais, O que Crespo (2004) chama de "ponto médio".

A mediana depende essencialmente da posição que ocupa no conjunto ordenado e é declarada comumente como *Md*.

## 2.2.2 Medidas de variabilidade

Também chamadas de medidas de dispersão, são parâmetros estatísticos usados para determinar o grau de variabilidade dos dados de um conjunto de valores ou seja, estratégias para verificar se os valores apresentados em um conjunto de dados estão dispersos ou não e o quão distantes um do outro eles podem estar.

### 2.2.2.1 Variança e Desvio padrão

A variância e o desvio padrão são medidas que, de acordo com Crespo (2004, p.110) fogem da instabilidade gerado por valores extremos,já que tanto a variância quanto o desvio padrão leva em consideração a totalidade dos valores da variável em estudo o que faz delas índices de variabilidade bastante estáveis e por isso mesmo os mais geralmente empregados.

A variância representada por  $S^2$  "é uma medida de dispersão que mostra o quão distante cada valor desse conjunto está do valor central (médio)"(GOUVEIA, 2018) a obtenção da variância é possível com a seguinte fórmula<sup>1</sup>  $S = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i}$

onde,

- $X_i$  é o valor observado;
- $\bar{X}$  é a média aritmética da amostra;
- $\sum f_i$  é igual a  $n$ , ou seja, o numero de dados observado.

O desvio padrão é apresentado pelo simbolo  $S$  e é obtido pela fórmula  $S^2 = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}}$  que também pode ser traduzida simplesmente por  $S = \sqrt{S^2}$

<sup>1</sup> Também chamado de equação

## 2.3 ANOVA

A análise de variância (ANOVA) é, conforme (POMPEU, 2004, p.45), provavelmente o método estatístico de maior repercussão em pesquisa científica, especialmente na experimentação agrícola, de onde surgiu vindo de Ronald Aylmer Fisher(1890 — 1962).

Desenvolvido no período em que Fisher trabalhou na estação experimental de Rothamsted de 1919 a 1933 a ANOVA "consiste na decomposição dos graus de liberdade e da variância total de um material heterogêneo em partes atribuídas a causas conhecidas e independentes (tratamentos) e a uma porção residual de origem desconhecida e de natureza aleatória"(LIMA, 2010, p.4).

Em outras palavras, a técnica da análise de variância permite fazer partições dos graus de liberdade(G.L) e das somas de quadrados(S.Q), sendo que cada uma das partes proporciona uma estimativa de variância chamada quadrado da média(Q.M)

Na interpretação da ANOVA, segundo Larson (2016) é importante formular as hipóteses nula e alternativa, sendo a hipótese  $H_0$  chamada de hipótese nula. Se  $F_{calculado} > F_{tabelado}$ , rejeitar  $H_0$ , este caso se diz que existem diferenças Estatisticamente significativas entre as médias. Se  $F_{calculado} < F_{tabelado}$ , aceita-se  $H_0$ , quando isso ocorre, pode se dizer que não existem evidências estatísticas de que as médias sejam diferentes.

A diferença básica entre os testes de hipótese e a análise de variância é o número de amostras. Enquanto nos testes de hipótese se trabalha com duas amostras, a ANOVA compara a média de mais de duas amostras e determina se ao menos uma se difere significativamente das demais.

### 2.3.1 Delineamento Inteiramente Casualizado

O delineamento inteiramente casualizado(DIC) é considerado o delineamento mais simples dentro da estatística. No DIC as unidades experimentais são destinadas a cada tratamento de uma forma inteiramente casual.

Para se fazer um delineamento inteiramente casualizado<sup>2</sup> é necessário, basicamente, que as unidades experimentais sejam distribuídas entre os grupos que serão observados de maneira aleatória.

onde:

- $GL$  = Graus de liberdade;
- $SQ$  = soma de quadrados;
- $QM$  = quadrado médio;

---

<sup>2</sup> também chamado de delineamento inteiramente ao acaso

<b>Causas de variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>
<b>Tratamentos</b>	$SQ_{\text{Trat}}$	$k - 1$	$QM_{\text{Trat.}}$	$F = \frac{QM_{\text{Trat.}}}{QM_{\text{Res.}}}$
<b>Resíduo</b>	$SQ_{\text{Res.}}$	$k(r - 1)$	$QM_{\text{Res.}}$	
<b>Total</b>	$SQ_{\text{Tot.}}$	$kr - 1$		

Figura 3 – Tabela de resumo ANOVA delineamentos ao acaso  
(SOUZA, 2019, p.14)

- $F$  = F calculado;
- $K$  = Número de tratamentos
- $r$  = Número de repetições;

As fórmulas para a obtenção dos campos da tabela, de acordo com trabalho de Souza (2019), seriam,  $C = \frac{(\sum y)^2}{n}$ , onde  $y$  é a repetição de cada tratamento e  $n$  é o numero total de repetições. Para a soma dos quadrados total,  $SQ_{\text{total}} = \sum y^2 - C$ ,  $SQ_{\text{tratamento}} = \frac{\sum T^2}{r} - C$ , onde  $T$  é a soma total dos tratamentos e  $r$  o numero de repetição em cada tratamento, e para a soma dos quadrados dos resíduos  $SQ_{\text{res}} = SQ_{\text{Total}} - SQ_{\text{Tratamento}}$ .

A fórmula do quadrado da media dos resíduos é representado por  $QM_{\text{res}} = \frac{SQ_{\text{res}}}{K(r-1)}$  enquanto o quadrado da media dos tratamentos tem sua obtenção seguindo a fórmula  $QM_{\text{Trat}} = \frac{SQ_{\text{Trat}}}{K-1}$ .

A causa de variação "resíduo" também pode ser chamada de "Dentro dos grupo" ou até de "Erro". O objetivo principal da ANOVA é apontar se um grupo é estatisticamente diferente do outro ou não. Logo, se a hipótese nula é rejeitada a um determinado nível de significância, sabemos então que existe pelo menos uma das médias de um tratamento que é diferente das demais.

### 2.3.2 Delineamento em Blocos Casualizados

Também chamando de "ANOVA com dois fatores" (LARSON, 2016, p.525) é empregado quando se deseja testar o efeito de duas variáveis independentes, ou fatores sobre uma variável depende. As condições, segundo Larson (2016) para se realizar um teste ANOVA de dois fatores são as mesmas do teste com um fator, com a condição adicional de que as amostras devem ser do mesmo tamanho.



No caso dos blocos ao acaso, de acordo com Souza (2019) a soma total dos quadrados (STQ) é dividida em três componentes: tratamento, bloco e resíduos, testando-se simultaneamente dois valores de F, um correspondente aos tratamentos e outro aos blocos, diferenciando assim da ANOVA com experimentos ao acaso onde o componente "bloco" não é calculado.

A figura 4 mostra uma tabela de resumo ANOVA na modalidade de blocos ao acaso, em que é possível notar na figura que as colunas *gl*(grau de liberdade) e F já trazem suas fórmulas de obtenção.

Causas de Variação	SQ	gl	QM	F
Tratamentos	$SQ_{\text{Trat}}$	$k - 1$	$QM_{\text{Trat}}$	$F = \frac{QM_{\text{Trat}}}{QM_{\text{Res}}}$
Blocos	$SQ_{\text{Bloco}}$	$r - 1$	$QM_{\text{Bloco}}$	$F = \frac{QM_{\text{Bloco}}}{QM_{\text{Res}}}$
Resíduos	$SQ_{\text{Res}}$	$(k - 1) (r - 1)$	$QM_{\text{Res}}$	
Total	$SQ_{\text{Tot}}$	$kr - 1$		

Figura 4 – Tabela de resumo ANOVA, blocos.  
(SOUZA, 2019, p.63333,)

Onde:

- $SQ$  representa a soma dos quadrados;
- $gl$  representa os graus de liberdade;
- $QM$  representa o quadrado da media;

Uma vez que os cálculos da ANOVA com dois fatores é semelhante ao com um fator as fórmulas se diferem principalmente nos totais onde é necessário a consideração da linha de resultado dos blocos, mais uma vez se emprega as fórmulas descritas por Souza (2019), então  $C = \frac{(\sum y)^2}{kr}$ , além disso agora é necessário o calculo da soma dos quadrados do blocos obtido pela fórmula  $SQ_{\text{bloco}} = \frac{\sum B^2}{k} - C$ , e a soma dos quadrados dos resíduos  $SQ_{\text{res}} = SQ_{\text{Total}} - SQ_{\text{Tratamento}} - SQ_{\text{Blocos}}$

A interpretação da ANOVA de dois fatores acontece de forma semelhante à de um fator, onde se visa testar as hipóteses nula ou as hipóteses formuladas.

## 2.4 Open Source

Os conceitos associados ao *Open Source Software*(OSS) engloba alguns dos seus requisitos obrigatórios, que são segundo Ferreira (2005):

1. Utilização para qualquer fim e sem restrições;
2. Distribuição de cópias sem restrições;
3. Acesso ao código fonte e estudo do seu funcionamento;
4. Adaptação às necessidades de cada um;
5. Possibilidade de disponibilizar a terceiros quaisquer alterações introduzidas.

Já para *Open Source Initiative*(OSI), criado com base no texto original da *Debian Free Software Guideline* <sup>3</sup>, a definição determina que um programa de código aberto deve ser/ter:

1. Distribuição livre, não restringindo a venda ou distribuição, que deve ser livre e gratuita, sem aquisição de licenças
2. Código-fonte aberto, permitindo que qualquer programador o acesse e faça as modificações que desejar.
3. Livre de discriminações contra pessoas, grupos de pessoas ou área de atuação

Para Ferreira (2005) os OSS's são destinados para quem precisa simultaneamente de software atual, livre e de confiança, mas principalmente moldável às suas necessidades e com pouca exposição ao risco (quer a nível de segurança, quer de erros críticos)

É importante estabelecer algumas comparações entre OSS e outros tipos de software.

O OSS não é apenas *freeware*(cuja utilização não implica o pagamento de licenças de uso ou *royalty*), isto é, o seu objectivo não é apenas ter uma licença de uso gratuita, mas ir muito mais além, através da disponibilização do código e permissão para que este seja alterado e ajustado às necessidades dos utilizadores, assim como a sua posterior distribuição a terceiros sem restrições. (FERREIRA, 2005, p.1)

Gonçalves (2007) cita em seu trabalho sobre *open source* algumas vantagens e desvantagens dos OSS:

---

<sup>3</sup> Documento que define se um *software* é livre ou não pela ótica do Projeto Debian. <<https://people.debian.org/~bap/dfsg-faq.html>>

- Risco reduzido: o código fonte pode ser modificado com facilidade por outras pessoas (fornecedores, programadores, profissionais)
- Qualidade: os *softwares* de open source comparados com os produtos comerciais apresentaram maior qualidade. As razões que explicam isto são os modelos de desenvolvimento mais efetivos, revisões independentes do código e projeto, e um grande orgulho pela autoria.
- Transparência: nos softwares proprietários podem-se esconder erros nos quais não é possível a alteração destes mesmos, devido a não ser fornecido o código. O código fonte é crucial para remover estes erros e entender como o produto funciona modificando os comportamentos indesejáveis.
- Flexibilidade de ajuste às necessidades particulares: *open source* dá aos consumidores uma facilidade muito maior para personalizar, reparar erros e aprimorar o software a fim de satisfazer as suas necessidades.
- Licenças e preços favoráveis: o *software* de *open source* possui uma licença mais flexível que o *software* proprietário. Isto reduz substancialmente os custos e o tempo necessário para instalações, como também de acompanhamento e aplicação de licenças.

Além disso Gonçalves (2007) faz uma comparação entre os *OSS* e os *softwares* proprietário.

Tipos de Software	Vantagens	Desvantagens
<i>Software Open Source</i>	Flexibilidade Confiabilidade Risco reduzido de descontinuidade do <i>software</i> , sem custo de licença	Não adequação às suas especificidades Suporte técnico, possuir aptidão técnica
<i>Software Proprietário</i>	Facilidade de uso suporte técnico diversidade de oferta de produto Mais recursos do produto	Licença paga Descontinuidade do <i>software</i> Restrições na licença

Tabela 1 – Principais vantagens e desvantagens entre *Software Open Source* e Proprietário  
Adaptado (GONÇALVES, 2007, p.07)

## 3 Metodologia

A presente pesquisa é classificada em bibliográfica e experimental. A primeira foi desenvolvida usando trabalhos acadêmicos e livros e a segunda através da implementação das ferramentas estatísticas de ANOVA usando os materiais descritos nessa seção.

### 3.1 Materiais

#### 3.1.1 HTML

Segundo a história descrita no livro Raggett (1998) o HTML<sup>1</sup> (*HyperText Markup Language*, ou Linguagem de Marcação de *HiperTexto*) Foi criada por Tim Berners-Lee. Quando surgiu, o HTML não era uma especificação uma linguagem, mas uma coleção de ferramentas que foi para resolver um problema que Tim Berners-Lee tinha com a comunicação e disseminação das pesquisas entre ele e seu grupo de colegas. Sua solução, combinada com a emergente internet pública ganhou repercussão mundial.

O "HTML é o componente mais básico da web" Clésio (2019). Ela serve para definir o conteúdo e a estrutura básica de uma página web. Além do HTML, em geral outras tecnologias são usadas para descrever a apresentação/aparência (CSS) ou funcionalidade/comportamento (JavaScript) das páginas web.

A HTML usa marcação para mostrar textos, imagens e outros conteúdos para visualização em um navegador Internet.

#### 3.1.2 CSS

CSS (*Cascading Style Sheets* ou Folhas de Estilo em Cascata)<sup>2</sup> é uma linguagem de estilo usada para descrever a apresentação de um documento escrito em HTML, o CSS define como elementos são mostrados na tela.

CSS é uma das principais linguagens da internet e tem sido padronizada pela especificação da W3C<sup>3</sup>. Desenvolvido em níveis, o CSS1 está atualmente obsoleto, o CSS2.1 é uma recomendação e o CSS3, agora dividido em pequenos módulos, está caminhando para a sua padronização.

---

<sup>1</sup> Site oficial <<https://www.w3.org/html/>>

<sup>2</sup> site oficial <<https://www.w3.org/Style/CSS/>>

<sup>3</sup> <<https://www.w3.org/>>

### 3.1.2.1 Bootstrap

Bootstrap<sup>4</sup> é um projeto *open source* de componentes de interface e *front-end*<sup>5</sup> para sites e aplicações *web* usando HTML, CSS e JavaScript. Originalmente desenvolvido para o Twitter, chamado de Twitter Blueprint, por Mark Otto e Jacó Thornton como um instrumento para incentivar a consistência através de ferramentas internas.

### 3.1.3 JavaScript

JavaScript é uma linguagem de programação que permite implementar funções complexas em páginas *web*, mostrando coisas como conteúdo que se atualiza ao longo do tempo, mapas interativos ou gráficos 2D/3D animados, etc.

Foi criado em 1995 por Brendan Eich juntamente com as primeiras versões dos navegadores de internet. Atualmente, segundo Malavasi (2019), a linguagem Javascript é a mais utilizada no mundo, por estar presente em praticamente todos os projetos *web*, independente da linguagem de servidor (MALAVASI, 2019).

É a terceira camada do bolo das tecnologias padrões da web, sendo as outras duas o HTML e CSS.

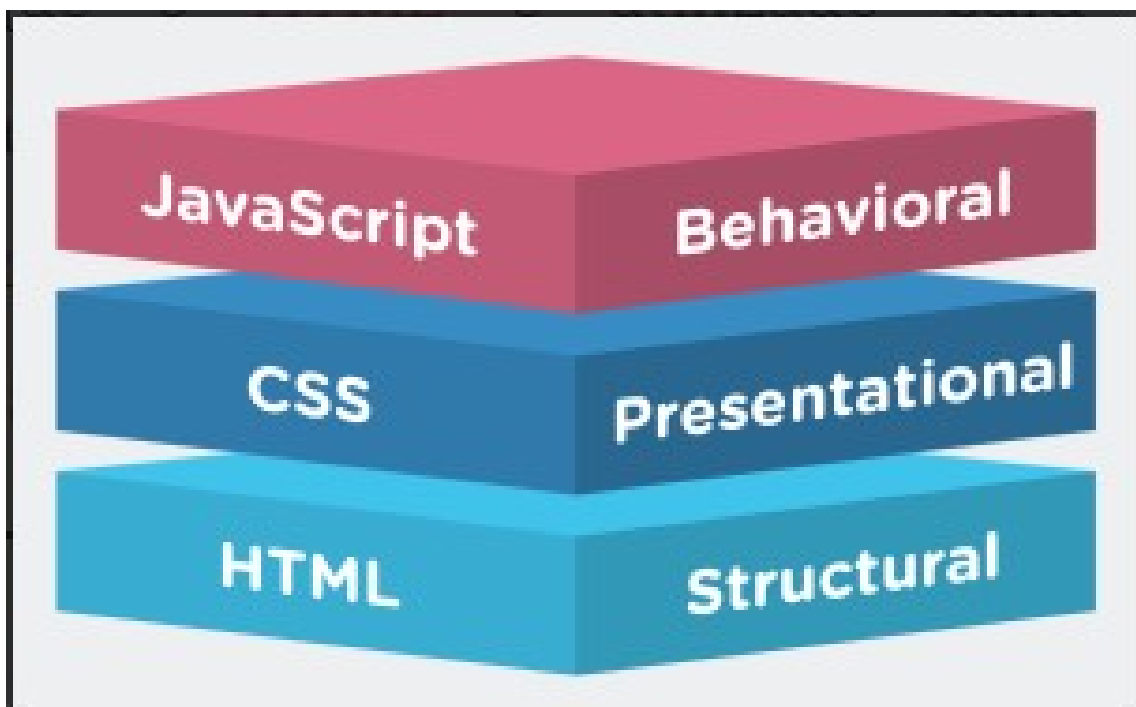


Figura 5 – Camadas web

Adaptada <<http://portalwebdesigner.com/programacao/javascript/>>

<sup>4</sup> Site oficial <<https://getbootstrap.com/>>

<sup>5</sup> Parte visível ao usuário final

### 3.1.3.1 ECMAScript

É comum confundir JavaScript e ECMAScript, antes da popularização do JavaScript, para que a linguagem evoluísse obedecendo a determinados padrões e normas, os criadores do JavaScript se associaram ao *European Computer Manufactures Association* (ECMA) em 1996. Como o nome Javascript já tinha sido patenteado por outra empresa, optou-se por definir um novo nome para a linguagem usando uma junção das palavras ECMA e Javascript, surgindo então o ECMAScript.

Atualmente, padrões e normativas referentes à linguagem é mantida pela ECMA-262<sup>6</sup>, grupo criado na ECMA para a padronização do Javascript e que conta com participação de grandes empresas de tecnologia como Microsoft, Google, dentre outras.

Como o nome JavaScript ficou popular entre os programadores, a linguagem é chamada por este nome até hoje, sendo o ECMAScript referenciado apenas para se determinar a versão da linguagem (Atualmente o ECMScript está na versão 8.).

### 3.1.3.2 TypeScript

O TypeScript<sup>7</sup> adiciona tipos opcionais ao JavaScript que suportam ferramentas para aplicativos JavaScript de grande escala para qualquer navegador, para qualquer *host*, em qualquer sistema operacional. O TypeScript compila para JavaScript legível e baseado em padrões.

Criada pela Microsoft não se trata na verdade de uma linguagem completamente nova, mas sim um *superset* (superconjunto) do JavaScript.

O TypeScript dispõe de recursos que melhor suportam o uso da programação orientada a objetos(POO). A POO sempre foi um problema ao ser aplicada em JavaScript, devido a sua sintaxe não permitir escrever classes de forma tão clara, além da fraca tipagem de dados. O TypeScript oferece então uma forma de corrigir ou contornar esses problemas, adicionando funcionalidades que quando compiladas resultarão em código JavaScript novamente.

### 3.1.3.3 Angular

O Angular<sup>8</sup> foi desenvolvido por um analista do Google e adotado e incubado pela empresa. O proprio google já o usa em mais de 1600 projetos internos. A proposta do Angular é ser um *framework* MV\* (*Model – View – Qualquer Coisa*) para desenvolvimento do *front-end* de aplicações *web*, ou seja, que rodam dentro do navegador do usuário.

Sua filosofia parte de que uma programação declarativa é muito mais importante que uma programação imperativa quando se trata de desenvolvimento *web*. Ele atinge isso estendendo o HTML e fazendo uma linguagem para o desenvolvimento de interfaces web dinâmicas.

<sup>6</sup> <<http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-262.htm>>

<sup>7</sup> Site oficial <<https://www.typescriptlang.org/>>

<sup>8</sup> Site oficial <<https://angular.io/>>

### 3.1.4 Ionic

Ionic<sup>9</sup> é software livre voltado para desenvolvimento de aplicativos móveis híbridos criado por Max Lynch, Ben Sperry e Adam Bradley em 2013. A versão original foi lançada em 2013 e construída sobre AngularJS e Apache Cordova . No entanto, a última versão foi re-construída como um conjunto de *Web Components*, permitindo ao usuário escolher qualquer estrutura de interface do usuário. Ionic também permite o uso de componentes iônicos sem nenhuma estrutura de interface com o usuário.

### 3.1.5 GIT

Git<sup>10</sup> é um sistema de controle de versão de arquivos. Com ele pode ser desenvolvido projetos em diversas pessoas podem contribuir simultaneamente no mesmo, editando e criando novos arquivos e permitindo que os mesmos possam existir sem o risco de suas alterações serem sobrescritas.

O Git foi inicialmente projetado e desenvolvido por Linus Torvalds para o desenvolvimento do kernel Linux, mas foi adotado por muitos outros projetos. Cada diretório de trabalho do Git é um repositório com um histórico completo e habilidade total de acompanhamento das revisões, não dependente de acesso a uma rede ou a um servidor central.

O Git é também um *software* livre, distribuído sob os termos da versão 2 da *General Public License*(GNU).

#### 3.1.5.1 GitHub

O GitHub<sup>11</sup> foi desenvolvido por Chris Wanstrath, J. Hyett, Tom Preston-Werner e Scott Chacon usando Ruby on Rails, e começou em fevereiro de 2008. Em 4 de junho de 2018, a Microsoft anunciou a compra da plataforma

O Github é um serviço *web* que oferece diversas funcionalidades extras aplicadas ao git. O github é usado para hospedar código-fonte e versionamento usando o Git de projetos pessoais além de grandes projetos corporativos. Além disso, quase todos os projetos de *frameworks*, bibliotecas desenvolvidas com a premissa *open source* estão no github, e você pode acompanhá-los através de novas versões, contribuir informando *bugs* ou até mesmo enviando código e correções.

<sup>9</sup> Site oficial <<https://ionicframework.com/>>

<sup>10</sup> Site oficial<<https://git-scm.com/>>

<sup>11</sup> Site oficial <<https://github.com/>>

### 3.1.6 Visual Studio Code

O Visual Studio Code (VSCode)<sup>12</sup> foi lançado em 2015 Microsoft como um editor de código destinado ao desenvolvimento de aplicações *web*. Trata-se de uma ferramenta leve e multiplataforma que atende a uma gama enorme de projetos, não apenas ASP.NET, como também Node.js.

Além de ser totalmente gratuito o editor é, atualmente, *open source*, apesar do *download* oficial estar sob uma licença proprietária, tem o código disponibilizado no GitHub, o que permite à comunidade contribuir com seu desenvolvimento e que facilita o desenvolvimento de extensões e novas funcionalidades.

O VSCode inclui suporte para depuração, controle Git incorporado, realce de sintaxe, complementação inteligente de código e refatoração de código. Ele também é customizável, fazendo com que os usuários possam mudar o tema do editor, teclas de atalho e preferências.

## 3.2 Implementação dos métodos

Os materiais citados foram empregados no desenvolvimento de uma aplicação *web* SPA (*Single-Page Application*), ou seja, uma aplicação que roda inteiramente em uma única página dinâmica que muda de acordo a utilização.

A aplicação foi desenvolvida com o objetivo não só de entregar um resultado satisfatório mas também com o compromisso de fácil e intuitiva utilização. A escolha das tecnologias foram baseadas em critérios como, velocidade de produção e compatibilidade com outras tecnologias já que o software proposto por este trabalho será disponibilizado de maneira aberta utilizando um repositório GitHub.

O processo de desenvolvimento contemplou não só programação em si mas também uma fase de estudos de teorias da ANOVA buscando uma forma otimizada de resolução. Após compreendido a resolução da ANOVA foi desenvolvido uma aplicação *Web* que satisfizesse os requisitos e objetivos deste trabalho, o resultado da implementação usando as ferramentas supracitadas está descrito na seção 4 subseção 4.1.

---


<sup>12</sup> Site oficial <<https://code.visualstudio.com/>>



## 4 Resultados

### 4.1 Aplicação desenvolvida

Como resultado da implantação dos materiais apresentados foram obtidos os resultados apresentados nas figuras que se segue. O algoritmo escrito em JavaScript usado para calcular a ANOVA consta nos apêndices e o link para o uso da aplicação é <https://planexanova.tk/>.



The screenshot shows the initial state of the ANOVA application. It includes a header with the UNITINS logo. The main form has two dropdown menus: 'Tipo' (set to 'Experimentos') and 'Alfa' (set to '5%'). Below these is a text input field for 'Tratamentos' containing the values '97 95 98'. A blue 'Adicionar' button is positioned below the input field. To the right of the input fields is a section titled 'Análise de variância' with a brief description of the statistical technique. At the bottom left, there is a grey 'Histórico' button.

Figura 6 – Estado inicial  
Autoria própria

A figura 6 mostra a aplicação em seu estado inicial que contém, um formulário de entrada com dois campos do tipo *select*, onde em um deles, o usuário selecionará o tipo de ANOVA calculado (Delineamento inteiramente ao acaso ou Blocos ao acaso) e em outro é selecionado o alfa para obtenção do F tabelado (0.5%, 1,0%, 2,5%, 5%, 10%). No terceiro campo do formulário é onde o usuário insere de maneira contínua as repetições dos tratamentos que serão computados.

Ademais, é possível notar além de uma breve descrição da Análise de variância um *label* clicável que exibirá o histórico contendo até os últimos 5 cálculos, onde o clique em uma das ocorrências resultará no imediato Cálculo da ANOVA.

A figura 7 apresenta a aplicação depois da inserção de 3 tratamentos contendo cada um 4 repetições. Na tabela formada pelos tratamentos ordenados em colunas em que cada coluna apresenta um tratamento, é possível ainda a edição de cada tratamento individualmente e a exclusão de mesmo modo da edição.

O limite de inserção de tratamentos é apenas visual, ou seja, o usuário pode inserir



Tipo: Experimentos Alfa: 5%

Tratamentos: 97 95 98

Wikipédia: Separe as repetições usando espaço.

Adicionar

**Análise de variância**

É a técnica estatística que permite avaliar afirmações sobre as médias de populações. A análise visa, verificar se existe uma diferença significativa entre as médias e se os fatores exercem influência em alguma variável dependente.

Wikipédia

**Tratamentos**

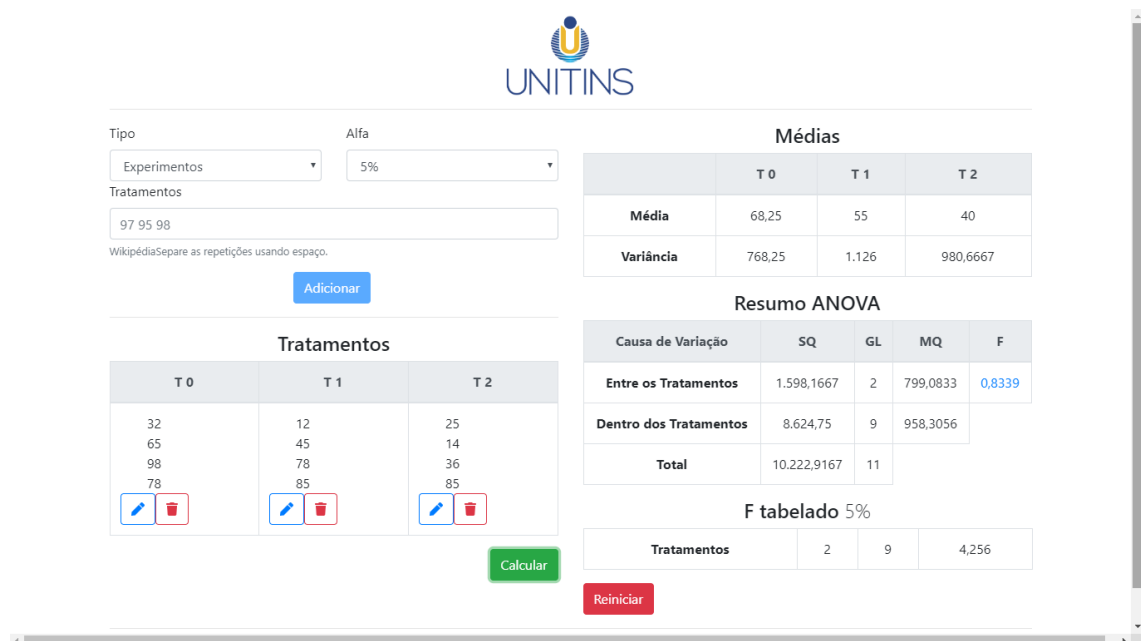
T 0	T 1	T 2
32	12	25
65	45	14
98	78	36
78	85	85

Calcular

Figura 7 – Entrada de dados  
Autoria própria

quantos dados quiser, o que limita é apenas a quebra visual que pode ocorrer na apresentação de tanta informação em tela.

Observa-se ainda que, após o registro do primeiro tratamento, a tabela de tratamentos ocupa o espaço do *Collapse* onde anteriormente era apresentando o histórico, e surge também um botão de "calcular" que é habilitado para o clique depois da entrada de pelo menos dois tratamentos.



Tipo: Experimentos Alfa: 5%

Tratamentos: 97 95 98

Wikipédia: Separe as repetições usando espaço.

Adicionar

**Médias**

	T 0	T 1	T 2
Média	68,25	55	40
Variância	768,25	1.126	980,6667

**Resumo ANOVA**

Causa de Variação	SQ	GL	MQ	F
Entre os Tratamentos	1.598,1667	2	799,0833	0,8339
Dentro dos Tratamentos	8.624,75	9	958,3056	
Total	10.222,9167	11		

**F tabelado 5%**

Tratamentos	2	9	4,256
-------------	---	---	-------

Calcular Reiniciar

Figura 8 – Cálculo experimentos ao acaso  
Autoria própria

A figura 8 apresenta o resultado de um cálculo na modalidade "delineamento ao acaso". A seção de resultados é formado por 3 tabelas, a primeira tabela contem as médias e variâncias de cada tratamento.

A segunda tabela mostra o resumo da ANOVA referente ao dados de entrada, já a terceira tabela mostra o resultado do F tabelado baseado no respectivos Graus de liberdade que foi calculado pela aplicação. A aplicação ainda oferece uma pequena interpretação dos resultados, informado ao usuário se a hipótese  $H_0$  foi aceita ou rejeitada.

Além disso, surge o botão para reiniciar os cálculos, isso significa que, se clicado e aceitado, toda a operação será zerada e o sistema estará pronto para uma nova entrada de dados e um novo cálculo.

O registro no histórico acontece no momento que se é solicitado o calculo dos tratamentos inseridos.

UNITINS

Tipo:  Alfa:

Tratamentos:

Wikipédia: Separe as repetições usando espaço.

Tratamentos		
T 0	T 1	T 2
32	12	25
65	45	14
98	78	36
78	85	85

Médias			
	T 0	T 1	T 2
Média	68,25	55	40
Variância	768,25	1.126	980,6667

Resumo ANOVA				
Causa de Variação	SQ	GL	MQ	F
Entre os Tratamentos	1.598,1667	2	799,0833	0,8339
Dentro dos Tratamentos	8.624,75	9	958,3056	
Total	10.222,9167	11		

F tabelado 5%			
Tratamentos	2	9	4,256

Figura 9 – Cálculo blocos ao acaso  
Autoria própria

A figura 9 mostra os resultados do Cálculo na modalidade de "blocos ao acaso", onde a tabela é modificada para apresentar os resultados de acordo à modalidade de Cálculo e a terceira tabela, a do F tabelado, apresenta o o resultado referente ao F tabelado do Cálculo do bloco.

É importante ressaltar que as imagens mostradas nesse trabalho são de reprodução em um *notebook* com tela de resolução e tamanho padrão, mas o sistema foi pensado e codificado para se ajustar e atender sem prejuízo à aparelhos moveis(independente do S.O).

## 4.2 Questionário

No dia 11 de junho de 2019 foi aplicado um questionário a uma turma de alunos de graduação do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) em que estavam presente 10 alunos, onde foram colhidas respostas com a finalidade de determinar efetividade da aplicação.

O questionário possui 5 perguntas, sendo 2 objetivas e 3 discursivas, as perguntas objetivas traz como opção de resposta uma nota que vai de 1 a 5 onde:

1. não atende aos requisitos
2. atende aos requisitos com melhorias
3. atende aos requisitos
4. atende aos requisitos de forma superior
5. atende aos requisitos de forma excelente

As perguntas objetivas questionam sobre a usabilidade e sobre o possível relacionamento do PlanEx-ANOVA como ferramenta de ensino de cálculos em sala de aula, enquanto as questões discursivas visam entender se a aplicação de fato é algo de simples utilização de forma que não seja necessário conhecimento prévio na resolução da ANOVA para que se chegue a um resultado

Questões objetivas.

- Sobre o termo de usabilidade do PlanEx - Anova, você avalia o software com nota.
- É possível relacionar o uso do PlanEx - Anova com o ensino dos cálculos ensinados em sala de aula?

Questões discursivas.

- Na sua opinião, seria possível usar a aplicação testada sem o conhecimento prévio na resolução da Anova?
- Levando em consideração seu conhecimento prévio, a aplicação testada facilitou o processo de cálculo?
- Como você avalia o uso do PlanEx - Anova como ferramenta para uso em pesquisas para obtenção de cálculos relacionados?

Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5
5	5	Mais ou menos, talvez colocar os dados causaria dúvida	Sim, pois os cálculos demandam tempo e o aplicativo já dá os resultados	ótimo
3	5	Sim, é possível utilizar o aplicativo sem o conhecimento prévio da resolução da ANOVA, entretanto terá dificuldades na interpretação dos resultados e relativa dificuldade de inserir dados	sim, maior agilidade	Excelente
5	5	tem como usar, no entanto interpretar os resultados não	muito	fácil manuseio e objetivo
5	5	é possível	sim, de maneira considerável	é de grande ajuda na otimização do tempo para a obtenção dos cálculos
5	5	não, é necessário conhecimento prévio	se, o processo foi simplificado de forma expressiva	ótima ferramenta
5	5	sim, seria possível	sim, facilitou muito o processo de cálculo	Eu avalio a ferramenta PlanEx- ANOVA como uma excelente ferramenta no auxílio para a resolução de cálculos envolvendo ANOVA
5	5	é necessário conhecer algumas terminologias para manusear melhor o aplicativo mas para quem tem conhecimento prévio ao mínimo básico, executa a atividade com facilidade	sim, houve facilitação	Uma ótima ferramenta até porque o tempo para análise fica reduzido permitindo otimização
5	5	Não, devido a necessidade de conhecimento prévio para inserção de dados	sim, muito	Ferramenta de fácil uso e muito precisa quando utilizada corretamente
5	5	sim, já que ele dá os resultados de forma direta	Sim, facilitando o conferência dos resultados	ótimo
5	5	sim porém com uma certa dificuldade	bastante	prático e rápido

Figura 10 – Tabela de respostas  
Autoria própria

#### 4.2.1 Resultados

Após a aplicação do questionário as respostas foram tabuladas para facilitar a visualização e interpretação e possibilitar assim uma total compreensão do usuário. A figura 10 mostra uma tabela contendo todas as respostas coletadas, tanto objetivas quanto discursivas.

A figura 11 apresenta um gráfico de colunas com as respostas da primeira questão(objetiva) do questionário. É possível notar uma elevada nota nessa questão, tendo atingido um total de 90% notas máximas(nota 5).

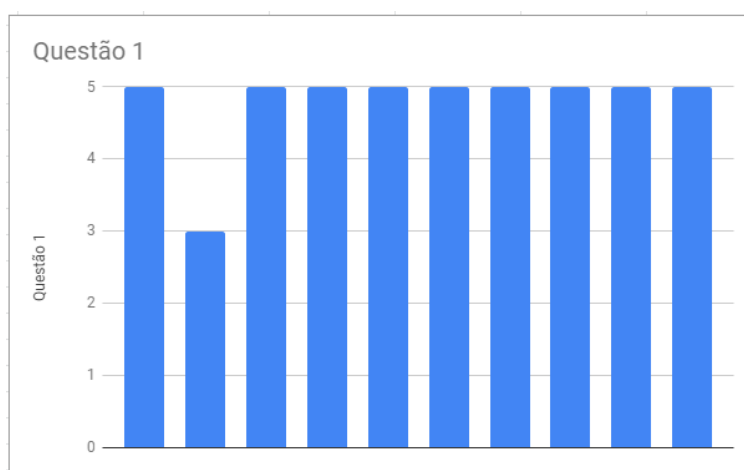


Figura 11 – Gráfico de resposta questão 1  
Autoria própria

A figura 12 é composta por um gráfico que demonstra as notas da segunda questão, tendo essa alcançada um nível de 100% de satisfação.

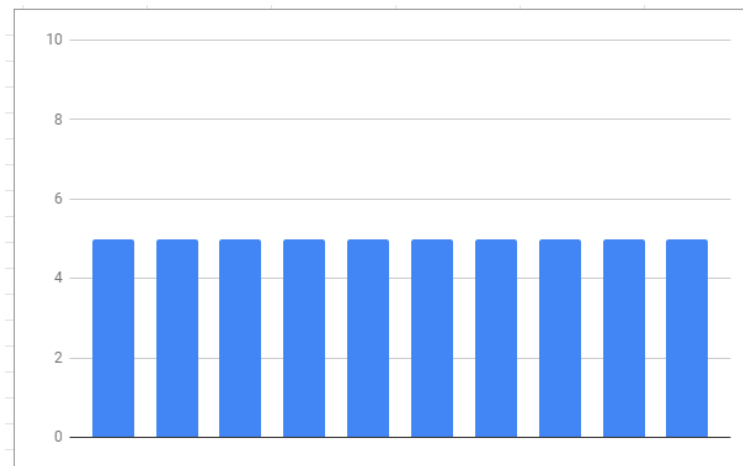


Figura 12 – Gráfico de resposta questão 2  
Autoria própria

Já a figura 13 representa um gráfico de radar onde se é comparado as notas das duas questões objetivos. Tendo a questão 2 alcançado a nota máxima em todas as suas ocorrência e a questão 1 tendo um divergência em uma ocorrência.

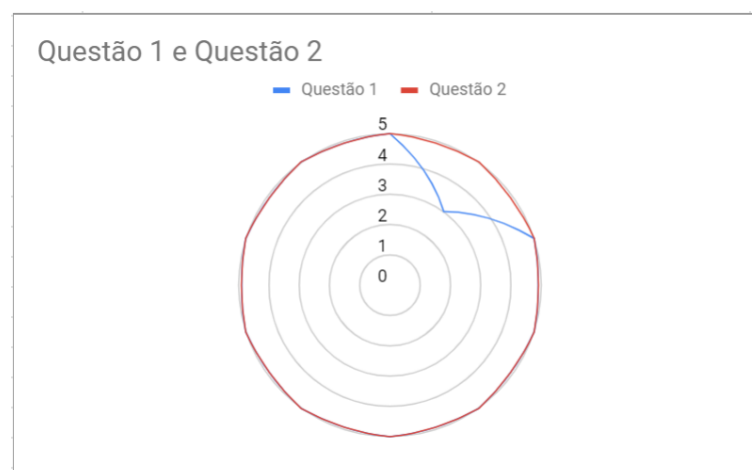


Figura 13 – Gráfico de resposta questões objetivas  
Autoria própria

Ao interpretar as respostas discursivas foi possível notar que, na primeira questão(sendo está a terceira questão do questionário) 50% dos usuários declararam que é possível o uso da aplicação sem um conhecimento prévio, 30% disseram que a utilização é possível porém com certas observações e 20% dos usuários disseram não ser possível a plena utilização do PlanEx-ANOVA sem um prévio conhecimento acerca de análise de variância.

Referente à segunda questão discursiva(quarta do questionário) 100% dos usuários afirmaram que a aplicação facilitou o processo de calculo da ANOVA.

Em relação à terceira questão(quinta questão do questionário) 100% dos usuários avaliaram a aplicação de maneira favorável ao uso do PlanEx-ANOVA em cálculos relacionados à pesquisas.

## 5 Conclusão

Tendo em vista o objetivo principal do trabalho sendo "implementar um *software* que contenha as ferramentas estatísticas de ANOVA para validação como ferramenta de ensino e pesquisa na graduação e pós graduação", passando por todas as etapas de estudo e aplicação do conteúdo absorvido no desenvolvimento da aplicação funcional e efetiva, e sendo feita a validação do *software*, considera-se o objetivo principal alcançado.

## Referências

- ANDRADE, K. *Guia definitivo da educação 4.0*. 2019. Disponível em: <<http://www.plannetaeducacao.com.br/portal/arquivo/editor/file/ebook-educacao4.0-planneta.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2019.
- BEZERRA, E. A. A educação e as novas tecnologias. 2017. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/a-educacao-e-as-novas-tecnologias/3050/>>. Acesso em: 27 mai. 2019.
- CLÉSIO, J. *HTML*. 2019. Disponível em: <<https://www.escolaweb.com.br/blog/artigos/o-que-e-educacao-4-0-e-como-ela-vai-mudar-o-modo-como-se-aprende/>>. Acesso em: 26 mai. 2019.
- CRESPO, A. A. [S.l.: s.n.], 2004. 224 p. ISBN 8502020560.
- ESCOLAWEB. *O que é Educação 4.0 e como ela vai mudar o modo como se aprende?* 2019. Disponível em: <<https://www.escolaweb.com.br/blog/artigos/o-que-e-educacao-4-0-e-como-ela-vai-mudar-o-modo-como-se-aprende/>>. Acesso em: 26 mai. 2019.
- FERREIRA, A. J. P. L. Open source software. 2005. Disponível em: <<https://student.dei.uc.pt/~ajfer/CP/CP%20Artigo%20-%20Open%20Source%20Software.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2019.
- FILHO, A. O. C. Estatística básica. 2019. Disponível em: <<http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/estbasica.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2019.
- GONÇALVES, A. Open source e as empresas. 2007. Disponível em: <<http://aspi.areadeservico.com/trabalhos/opensource.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2019.
- GOUVEIA, R. Medidas de dispersão. 2018. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/medidas-de-dispersao/>>. Acesso em: 08 jun. 2019.
- GRANZOTTO, A. J. Estatística básica. 2002. Disponível em: <<http://www.etepiracicaba.org.br/cursos/exercicios/em/ResumaoEstatisticaBasica.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2019.
- JÚNIOR, E. R. Os desafios da educação frente às novas tecnologias. 2014.
- LARSON, R. *Estatística aplicada*. [S.l.: s.n.], 2016. ISBN 978-85-430-0477-8.
- LIMA, P. D. C. G. de. Tópicos de estatística experimental. 2010. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/34900544/apostila-estatistica-experimental>>. Acesso em: 28 mai. 2019.
- LOING, B. A educação e as novas tecnologias. 1998.
- LÉVY, P. [S.l.: s.n.], 1859. 246 p. ISBN 8573261269.
- MALAVASI, A. *Afinal, Javascript e ECMAScript são a mesma coisa?* 2019. Disponível em: <<https://medium.com/trainingcenter/afinal-javascript-e-ecmascript-s%C3%A3o-a-mesma-coisa-498374abbc47>>. Acesso em: 03 jun. 2019.



- MATTOS, M. A. de. Apostila de noções de estatística. 2010. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/1020899/livro-estatistica-basica>>. Acesso em: 07 jun. 2019.
- MORAN, J. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. 2017. Disponível em: <[http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2018/03/Metodologias\\_Ativas.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2018/03/Metodologias_Ativas.pdf)>. Acesso em: 26 mai. 2019.
- MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. 2019. Disponível em: <[http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/metodologias\\_moran1.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/metodologias_moran1.pdf)>. Acesso em: 26 mai. 2019.
- MUGNOL, M. A educação a distância no Brasil: conceitos e fundamentos. 2009. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/3589/3505>>. Acesso em: 27 mai. 2019.
- POMPEU, J. M. *Breve História da Estatística*. [S.l.: s.n.], 2004. 111 p. ISSN 1677-5473.
- RAGGETT, D. *Breve História da Estatística*. [S.l.: s.n.], 1998. 437 p. ISSN 0201178052.
- SOUZA, D. A. M. *ANÁLISE DE VARIÂNCIA ANOVA*. 2019. Disponível em: <[http://w3.ufsm.br/adriano/aulas/anova/T\[12\].anova.pdf](http://w3.ufsm.br/adriano/aulas/anova/T[12].anova.pdf)>. Acesso em: 28 mai. 2019.

## Apêndices

# APÊNDICE A – Questionário

Local da aplicação: Instituto Federal do Tocantins (IFTO)

Data: 11 de junho de 2019

Nome:

## QUESTÃO 1.

Sobre o termo de usabilidade do PlanEx - Anova, você avalia o software com nota. 1 2 3 4 5

Observação.

1. não atende aos requisitos
2. atende aos requisitos com melhorias
3. atende aos requisitos
4. atende aos requisitos de forma superior
5. atende aos requisitos de forma excelente

## QUESTÃO 2.

É possível relacionar o uso do PlanEx - Anova com o ensino dos cálculos ensinados em sala de aula? 1 2 3 4 5

Observação.

1. não atende aos requisitos
2. atende aos requisitos com melhorias
3. atende aos requisitos
4. atende aos requisitos de forma superior
5. atende aos requisitos de forma excelente

## QUESTÃO 3.

Na sua opinião, seria possível usar a aplicação testada sem o conhecimento prévio na resolução da Anova?

## QUESTÃO 4.

Levando em consideração seu conhecimento prévio, a aplicação testada facilitou o processo de cálculo?

QUESTÃO 5.

Como você avalia o uso do PlanEx - Anova como ferramenta para uso em pesquisas para obtenção de cálculos relacionados?

## APÊNDICE B – Algoritmo

---

```
// funs  estatisticas
num(elem) {
  var f = parseFloat(elem);
  if (f) return f;
  return 0;
};

sum(arr) {
  if (arr.length == 0) return null;
  var total = 0;
  for (var i = 0; i < arr.length; i++) {
    total += this.num(arr[i]);
  }
  return total;
};

smMean(arr) {
  if (arr.length == 0) return null;
  let mu;
  return mu = this.sum(arr) / arr.length;
};

mean(amostra) {
  var total = 0, count = 0;
  amostra.forEach(sample => {
    total += this.sum(sample);
    count += sample.length;
    this.sum(sample);
  });
  return total / count;
}

somaDosQuadrados(amostra) {
  var entreTratamento = 0, dentroTratamento = 0, fullMean = this.mean(amostra);
```

```
amostra.forEach(sample => {
  var mu = this.smMean(sample);
  sample.forEach(val => {
    dentroTratamento += (val - mu) * (val - mu);
  });
  entreTratamento += (mu - fullMean) * (mu - fullMean) * sample.length;
});

return {
  total: entreTratamento + dentroTratamento,
  entreTratamento: entreTratamento,
  dentroTratamento: dentroTratamento,
};
};

varianca(amostra) {
  var varianca = 0;
  for (var i = 0; i < amostra.length; i++) {
    varianca += (this.smMean(amostra) - amostra[i]) * (this.smMean(amostra) - amostra[i]);
  }
  varianca = varianca / (amostra.length - 1);
  return varianca
}

calculavarinca(amostra) {
  let variancaArray = [];
  amostra.forEach(sample => {
    variancaArray.push(this.varianca(sample));
  });
  return variancaArray;
}

media(amostra) {
  let mediaArray = [];
  amostra.forEach(sample => {
    mediaArray.push(this.smMean(sample));
  });
  return mediaArray
}
```

```
}

// Calcula o grau de liberdade
grauDeLiberdade(amostra) {
  var total = 0;
  amostra.forEach(sample => {
    total += sample.length;
  });

  var entreTratamento = amostra.length - 1;
  var dentroTratamento = total - amostra.length;

  return {
    total: entreTratamento + dentroTratamento,
    entreTratamento: entreTratamento,
    dentroTratamento: dentroTratamento
  };
};

// calcula quadrado da media
quadradoDaMedia = function (amostra, verbose?) {
  var somadosquadrados = this.somaDosQuadrados(amostra);
  var graudeliberdade = this.grauDeLiberdade(amostra);

  var results = {
    entreTratamento: somadosquadrados.entreTratamento /
      graudeliberdade.entreTratamento,
    dentroTratamento: somadosquadrados.dentroTratamento /
      graudeliberdade.dentroTratamento,
    somadosquadrados,
    graudeliberdade
  };

  if (verbose) {
    results.somadosquadrados = somadosquadrados;
    results.graueliberdade = graudeliberdade;
  }

  return results;
};
```

```
// Calcula o F - Razao
razao(amostra) {
  var quadradodamedia = this.quadradoDaMedia(amostra);
  return quadradodamedia.entreTratamento / quadradodamedia.dentroTratamento;
};

tabela(amostra) {
  var quadradodamedia = this.quadradoDaMedia(amostra, true);
  var medias = this.media(amostra)
  var variancas = this.calculavarinca(amostra);
  let tabela

  if (this.formInicial.controls.tipoAnova.value == "Experimentos") {
    tabela = {
      table: {
        entreTratamento: {
          somaDosQuadrados: quadradodamedia.somadosquadrados.entreTratamento,
          grauDeLiberdade: quadradodamedia.graudeLiberdade.entreTratamento,
          quadradoDaMedia: quadradodamedia.entreTratamento,
          F: quadradodamedia.entreTratamento / quadradodamedia.dentroTratamento
        },
        dentroTratamento: {
          somaDosQuadrados: quadradodamedia.somadosquadrados.dentroTratamento,
          grauDeLiberdade: quadradodamedia.graudeLiberdade.dentroTratamento,
          quadradoDaMedia: quadradodamedia.dentroTratamento
        },
        total: {
          somaDosQuadrados: quadradodamedia.somadosquadrados.total,
          grauDeLiberdade: quadradodamedia.graudeLiberdade.total
        }
      },
      medias,
      variancas
    };
    this.alfa =
      this.selecionarAlfa(tabela.table.entreTratamento.grauDeLiberdade,
        tabela.table.dentroTratamento.grauDeLiberdade);
  } else {
    let arrayY = this.inverteArray();
    var quadradodamediaY = this.quadradoDaMedia(arrayY, true);
    var mediasY = this.media(arrayY)
    var variancasY = this.calculavarinca(arrayY);
  }
}
```



```

var SQRBlocos = quadradodamedia.somadosquadrados.total -
    quadradodamediaY.somadosquadrados.entreTratamento -
    quadradodamedia.somadosquadrados.entreTratamento

tabela = {
  table: {
    entreTratamento: {
      somaDosQuadrados: quadradodamedia.somadosquadrados.entreTratamento,
      grauDeLiberdade: quadradodamedia.graudeliberdade.entreTratamento,
      quadradoDaMedia: quadradodamedia.entreTratamento,
      F: quadradodamedia.entreTratamento / (SQRBlocos /
        (quadradodamedia.graudeliberdade.entreTratamento *
          quadradodamediaY.graudeliberdade.entreTratamento))
    }, //dentro residuo
    dentroTratamento: {
      somaDosQuadrados: SQRBlocos,
      grauDeLiberdade: quadradodamedia.graudeliberdade.entreTratamento *
        quadradodamediaY.graudeliberdade.entreTratamento,
      quadradoDaMedia: SQRBlocos /
        (quadradodamedia.graudeliberdade.entreTratamento *
          quadradodamediaY.graudeliberdade.entreTratamento)
    },
    total: {
      somaDosQuadrados: quadradodamedia.somadosquadrados.total,
      grauDeLiberdade: quadradodamedia.graudeliberdade.total
    }
  },
  tableY: {
    entreTratamento: {
      somaDosQuadrados: quadradodamediaY.somadosquadrados.entreTratamento,
      grauDeLiberdade: quadradodamediaY.graudeliberdade.entreTratamento,
      quadradoDaMedia: quadradodamediaY.entreTratamento,
      F: quadradodamediaY.entreTratamento / (SQRBlocos /
        (quadradodamedia.graudeliberdade.entreTratamento *
          quadradodamediaY.graudeliberdade.entreTratamento))
    },
    dentroTratamento: {
      somaDosQuadrados: quadradodamediaY.somadosquadrados.dentroTratamento,
      grauDeLiberdade: quadradodamediaY.graudeliberdade.dentroTratamento,
      quadradoDaMedia: quadradodamediaY.dentroTratamento
    },
  },

```

```

        total: {
            somaDosQuadrados: quadradodamediaY.somadosquadrados.total,
            grauDeLiberdade: quadradodamediaY.graudeLiberdade.total
        }
    },
    mediasY,
    variancasY,
    medias,
    variancas
};

this.alfaY =
    this.selecionarAlfa(tabela.tableY.entreTratamento.grauDeLiberdade,
        tabela.table.dentroTratamento.grauDeLiberdade);
this.alfa =
    this.selecionarAlfa(tabela.table.entreTratamento.grauDeLiberdade,
        tabela.table.dentroTratamento.grauDeLiberdade);

}
return tabela
}

resultadoFinal(tabela: any) {

    if (tabela.tableY) {
        //blocos
        if (this.alfaY < tabela.table.entreTratamento.F) {
            this.resultadoBloco = {
                resultado: `${this.number.transform(this.alfaY, '1.0-4')} <
                    ${this.number.transform(tabela.table.entreTratamento.F, '1.0-4')}`,
                mensagem1: 'rejeita H0', mensagem2: 'existe diferenca significativa
                    entre as mdias dos blocos'
            }
        } else {
            this.resultadoBloco = {
                resultado: `${this.number.transform(this.alfaY, '1.0-4')} >
                    ${this.number.transform(tabela.table.entreTratamento.F, '1.0-4')}`,
                mensagem1: 'aceita H0', mensagem2: 'no existe diferenca significativa
                    entre as mdias dos blocos'
            }
        }
    }
}

```

```
//tratamentos
if (this.alfa < tabela.tableY.entreTratamento.F) {
  this.resultadoTratamento = {
    resultado: `${this.number.transform(this.alfa, '1.0-4')} <
      ${this.number.transform(tabela.table.entreTratamento.F, '1.0-4')}`,
    mensagem1: 'rejeita H0', mensagem2: 'existe diferenca significativa
      entre as mdias dos tratamentos`
  }
} else {
  this.resultadoTratamento = {
    resultado: `${this.number.transform(this.alfa, '1.0-4')} >
      ${this.number.transform(tabela.tableY.entreTratamento.F, '1.0-4')}`,
    mensagem1: 'aceita H0', mensagem2: 'no existe diferenca significativa
      entre as mdias dos tratamentos`
  }
}

} else {
  if (this.alfa < tabela.table.entreTratamento.F) {
    this.resultadoTratamento = {
      resultado: `${this.number.transform(this.alfa, '1.0-4')} <
        ${this.number.transform(tabela.table.entreTratamento.F, '1.0-4')}`,
      mensagem1: 'rejeita H0', mensagem2: 'existe diferenca significativa
        entre as mdias dos tratamentos`
    }
  } else {
    this.resultadoTratamento = {
      resultado: `${this.number.transform(this.alfa, '1.0-4')} >
        ${this.number.transform(tabela.table.entreTratamento.F, '1.0-4')}`,
      mensagem1: 'aceita H0', mensagem2: 'no existe diferenca significativa
        entre as mdias dos tratamentos`
    }
  }
}

// this.resultadoTratamento
}
```

---