

Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino-aprendizagem de Teste de Hipóteses

João Paulo Ribeiro¹, Lucas de Aguiar Esteves Gomes¹
Vilma Gisele Karsburg¹, Fabio Aiub Sperotto¹

¹Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Lages (IFSC)
Rua Heitor Villa Lobos, 225 – 88.506-400 – Lages – SC – Brasil

{joao.ribeiro.if, lucasaguiaresteves}@gmail.com

{vilma.karsburg, fabio.sperotto}@ifsc.edu.br

Abstract. *This study addresses the development of software, using a modern programming language and an interactive graphics library, to carry out hypothesis tests. Its evaluation was carried out by a Higher Education class, and the results showed that it is capable of carrying out hypothesis tests correctly and efficiently. Furthermore, the software is capable of generating interactive graphics that help you understand test results. The developed software can be used by researchers, students and professionals to carry out hypothesis tests by following the process and calculations carried out for inference. Furthermore, the software can be used by teachers during classes to assist in teaching hypothesis testing.*

Resumo. *Este estudo aborda o desenvolvimento de um software, a partir de uma linguagem de programação moderna e uma biblioteca de gráficos interativos, para realizar testes de hipóteses. A sua avaliação foi realizada por uma turma de Ensino Superior, e os resultados mostraram que o ele é capaz de realizar os testes de hipóteses de forma correta e eficiente. Além disso, o software é capaz de gerar gráficos interativos que ajudam a entender os resultados dos testes. O software desenvolvido pode ser utilizado por pesquisadores, estudantes e profissionais para realizar testes de hipóteses acompanhando o processo e cálculos realizados para a inferência. Além disso, o software pode ser utilizado por professores durante as aulas para auxiliar no ensino de testes de hipóteses.*

1. Introdução

A aprendizagem de Estatística inferencial e probabilística é um desafio em muitos dos conteúdos abordados na disciplina. Conforme Cruz (2013), professores e alunos observam maior dificuldade conforme o nível de abstração do elemento estudado aumenta. Isto ocorre muitas vezes pela falta de prática, por conta da dificuldade em interpretar os resultados, também pela complexidade em traduzir tal conteúdo para circunstâncias do mundo real e aplicar a teoria na prática.

O letramento estatístico é definido por Gal (2002) como “a capacidade das pessoas de interpretar e avaliar criticamente informações estatísticas”, assim como expressar suas conclusões. A partir dessa ideia, percebe-se a importância multidisciplinar do letramento estatístico, em que um melhor aproveitamento da disciplina influencia no desempenho em outras áreas no âmbito acadêmico, profissional e pessoal.

A disciplina de Estatística e Probabilidade está presente na maioria dos cursos de ensino superior, particularmente, no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Câmpus Lages, está presente na quinta fase do curso de Ciência da Computação. Conforme Silveira et al. (2021), entre 2014 e 2018, Estatística e probabilidade esteve entre as três disciplinas com maior representatividade no Exame Nacional para Ingresso na Pós-Graduação em Computação (POSCOMP) em duas edições, e entre as quatro, em outras duas edições.

Tomando como base a definição de letramento estatístico e as avaliações externas realizadas no ensino superior, nota-se que a disciplina de estatística pode ser um verdadeiro desafio para muitos estudantes e profissionais. Com uma variedade de conceitos, fórmulas e técnicas, aprender a matéria exige compreensão de matemática e raciocínio lógico, além de uma habilidade para interpretar e manipular dados de forma eficaz, o que torna o seu aprendizado complexo.

Além disso, é notório que o avanço das tecnologias tem sido um fator determinante para a mudança de como o ensino é enxergado e transmitido. A internet tem possibilitado diversas formas de aprendizagem, como o ensino híbrido e a educação a distância, que aliam o uso de recursos *online* com o professor em sala de aula. Segundo Barbosa (2014), esse acesso permite o compartilhamento de informações e a difusão do conhecimento. Desta forma, o desenvolvimento e o surgimento de ferramentas digitais como plataformas de ensino adaptativo e *softwares* de simulação podem auxiliar no processo de aprendizagem dos estudantes.

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma ferramenta *web* para o estudo de conteúdos de Estatística Inferencial e Probabilidade, permitindo a interação do aluno com os conteúdos, além do acesso aos conceitos e resoluções etapa a etapa. Para atingir o objetivo geral proposto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Buscar e selecionar os trabalhos similares ao tema proposto;
- Levantar e estudar os conteúdos das áreas inferencial e probabilística da Estatística;
- Estudar e definir as tecnologias a serem usadas no desenvolvimento;
- Desenvolver a ferramenta;
- Avaliar o uso da ferramenta com alunos do ensino superior.

Este trabalho está dividido em quatro (4) etapas. A primeira etapa consiste na definição dos conteúdos que farão parte da ferramenta, utilizando artigos e conteúdos disponíveis na internet. A segunda etapa corresponderá à elaboração do referencial teórico. Nesta etapa, serão empregadas informações sobre *softwares* e realizados estudos acerca dos conteúdos escolhidos. A terceira etapa tem por objetivo o desenvolvimento da plataforma, fazendo o uso de ferramentas das tecnologias escolhidas. A quarta etapa será dedicada à avaliação da ferramenta. O *software* será disponibilizado para um conjunto de alunos do IFSC, que responderão a um questionário de utilização do *software*. Os dados coletados serão analisados e registrados neste trabalho.

No que tange à metodologia, conforme Zanella (2013), esta pesquisa pode ser classificada como aplicada, que tem por objetivo entender e criar maneiras para resolver os problemas humanos. A abordagem usada é qualitativa, uma vez que a ferramenta será avaliada pelos alunos de forma subjetiva. Essa avaliação ocorrerá após o uso da

ferramenta em ambiente de ensino, o que classifica também esta pesquisa como experimental em relação aos procedimentos. Quanto aos objetivos, caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, visto que será adquirido compreensão e conhecimento, modelando o conteúdo para uma abordagem intuitiva em seu ensino através da ferramenta desenvolvida.

O restante do trabalho encontra-se estruturado da seguinte maneira: A Seção 2 apresenta as tecnologias utilizadas, trabalhos similares e ferramentas usadas no ensino de Estatística, demonstrando também a importância e vantagens do uso de tecnologias no ensino. A Seção 3 documenta o desenvolvimento da plataforma. Na Seção 4, serão apresentados os resultados obtidos. Na Seção 5, serão registradas as considerações finais e trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

Nesta Seção é exposto o referencial teórico, o qual permite melhor compreensão deste trabalho. A estrutura foi organizada em 4 Subseções, onde a Subseção 2.1 apresenta a busca de trabalhos relacionados, e a Subseção 2.2 o uso de tecnologias digitais no ensino de matemática e estatística. Na Subseção 2.3 são apresentados *softwares* e outras ferramentas usadas para o ensino de Estatística. A Subseção 2.4 descreve as tecnologias utilizadas.

2.1. Trabalhos relacionados

Para contribuir com a pesquisa, foi realizado um levantamento de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) sobre o uso de tecnologias no ensino de matemática e estatística nos portais de pesquisa Google Acadêmico e Biblioteca Digital da SBC, assim como em repositórios institucionais de Universidades. Os trabalhos com maior semelhança à esta pesquisa foram encontrados nos repositórios institucionais da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) e do IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina). Para a seleção destes trabalhos foi considerado o uso de tecnologias digitais no ensino de estatística e matemática. A análise desses trabalhos contribui no entendimento das diferentes abordagens e metodologias usadas pelos autores, assim como na identificação das características e semelhanças.

No repositório da UTFPR, foi encontrado um trabalho em que foi desenvolvido um aplicativo para o estudo de estatística. Neste trabalho, intitulado como Desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem em forma de aplicativo para o ensino de Estatística Descritiva, são desenvolvidas interfaces com a explicação de conteúdos como medidas de tendência central, dispersão e variação, bem como distribuições de frequência e interpretação de gráficos (Tavares, 2017). No aplicativo, também são disponibilizados exercícios separados em três níveis de dificuldade e para iniciar o próximo nível, é necessário atingir aproveitamento mínimo de sessenta por cento de exercícios corretos.

No repositório do IFSC foram encontrados três trabalhos: Sistema especialista para o ensino-aprendizagem de expressões algébricas; Desenvolvimento de uma ferramenta para o estudo de geometria plana; e Desenvolvimento de um *software* para o estudo de Estatística Descritiva. Como resultado, todos os trabalhos tiveram seus módulos incorporados ao *software IFMath*.

Avila et al. (2018) criaram um *software* para a manipulação de expressões algébricas. Neste trabalho foi desenvolvido um sistema inteligente que interpreta e resolve expressões algébricas. No *software* desenvolvido, são apresentadas as informações e explicações sobre o conteúdo de equações do primeiro grau. Após o aluno inserir uma equação, o sistema resolve o problema, realizando e exibindo em tela todas as manipulações algébricas necessárias e também apresenta uma explicação de cada etapa da resolução.

Em seu trabalho, Madruga et al. (2018) desenvolveram um *software* com o objetivo de auxiliar no aprendizado de geometria plana. No sistema, o usuário pode criar um triângulo e alterar seu tamanho arrastando os vértices. Em conjunto com a visualização do elemento estudado, o usuário pode verificar resoluções passo a passo do cálculo de algumas propriedades, como área, perímetro e altura, assim como verificar a classificação do triângulo quanto seu tipo e também as medidas de ângulos internos.

Aproximando-se do tema abordado neste trabalho, Abranjo et al. (2020) desenvolveram uma aplicação *web* para auxiliar no estudo de Estatística Descritiva. Utilizando principalmente o *Angular*, o *software* consiste na apresentação e explicação de conceitos de Estatística Descritiva, permitindo a visualização de tabelas e gráficos de acordo com os dados inseridos pelo usuário e realizando também cálculos de medidas de tendência central, dispersão, assimetria e curtose, exibindo a resolução e explicação passo a passo do cálculo efetuado.

Os três trabalhos desenvolvidos no IFSC, citados acima, realizaram a avaliação dos *softwares* desenvolvidos com professores de escolas públicas e/ou com estudantes dos respectivos níveis de ensino que abordam os conteúdos em questão. Além disso, por serem incorporados ao *software IFMath*, todos seguiam um padrão na forma em que apresentam o conteúdo estudado e as resoluções etapa a etapa dos exercícios.

Neste trabalho propõe-se a criação de um *software*, a ser integrado ao *IFMath*, que aborde o conteúdo de Teste de Hipóteses, que é um conteúdo em que muitos estudantes de nível superior apresentam dificuldades. No *software* proposto será apresentado um breve resumo do conteúdo em questão e a resolução passo a passo dos testes. O seu diferencial em relação aos trabalhos elencados, está no conteúdo, que faz parte da Estatística Inferencial.

2.2. Uso de Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática e Estatística

Conforme Lobo e Maia (2015), a evolução e a maior disponibilidade das tecnologias digitais para a população implica em mudanças em como é estruturado o ensino no mundo acadêmico. Assim, a partir desta evolução, o ensino pode tornar-se mais interativo, personalizado, e também acessível a uma parcela maior da população.

Diante do surgimento e popularização de tecnologias digitais, ocorridas a partir de 1985, Borba et al. (2014) afirmam que diferentes perspectivas de ensino podem ser exploradas, incluindo a interatividade, multimodalidade, telepresença e a internet em sala de aula. Nesta exploração, é necessário considerar o desafio de “tornar a aprendizagem ativa, no sentido de ser compartilhada, colaborativa, desafiadora e inovadora.”(Silva e Teixeira, 2020, p. 4).

De acordo com Silva et al. (2016), o uso dessas tecnologias traz uma nova ex-

periência, promovendo maior interesse por parte dos estudantes. Esse maior interesse é um fator chave para que sejam exploradas diferentes formas de ensino, e consequentemente para que os objetivos dessas novas ferramentas sejam atingidos, como por exemplo tornar a aprendizagem mais ativa.

Conforme afirmam Ben-Zvi et al. (2004), diversos estudos demonstram o baixo letramento estatístico em adultos, e poder avaliar informações corretamente é algo essencial aos alunos. Desta forma, conforme Santos et al. (2019), o uso de *softwares* como ferramenta de autoaprendizagem pode auxiliar o aluno a relacionar as atividades com os conceitos de estatística, e contribui para o desenvolvimento do letramento estatístico.

Verifica-se então a necessidade de aproveitar os recursos tecnológicos disponíveis, não somente para o acesso à informação e comunicação, domesticando as ferramentas tecnológicas, mas sim, promovendo melhores recursos para o aprendizado. Borba et al. (2014) definem como domesticação da tecnologia o ato de usá-la da mesma maneira que uma tecnologia anterior seria usada em sala de aula, como por exemplo, usar computadores apenas para visualizar um arquivo PDF, ao invés de usar uma apostila impressa.

Campos et al. (2011) afirmam que, para que o professor consiga desenvolver no aluno as competências necessárias no ensino de estatística, é necessário um ambiente que instigue o pensamento investigativo, reflexivo e crítico. Conforme os mesmos autores, inserir tecnologias digitais no processo de ensino aprendizagem pode aumentar as possibilidades de simulação e prática, enquanto as conclusões, análises e interpretação das informações precisam ser tomadas pelo aluno.

Conforme Borba (2005), o conhecimento é produzido por um coletivo de “seres-humanos-com-mídias”, e este coletivo permite olhar cenas escolares cotidianas com outros olhos. Nessa visão o conhecimento é gerado e moldado por humanos e por tecnologias que são situadas historicamente. Desta forma, é muito importante que nas escolas as tecnologias estejam presentes para auxiliar na forma como o conhecimento é moldado.

De acordo com Borba (2012), as tecnologias disponíveis refletem no aprendizado dos seres humanos ao longo do tempo. Assim, pode-se concluir que o uso apenas de lápis e papel não é condizente com as tecnologias que estão disponíveis. Conforme o mesmo autor, o ser humano cria tecnologias e também é influenciado por elas pois ao passo que a criação ocorre, os novos usuários adaptam-se à elas e começam a utilizá-las. Esse processo também ocorre na construção do conhecimento em sala de aula, ao passo que o aluno conhece novas tecnologias, passa a utilizá-las e elas podem ser incorporadas no processo de ensino aprendizagem.

2.3. Ferramentas para o ensino de Estatística

A utilização de ferramentas tecnológicas no processo de ensino-aprendizagem de Estatística e/ou na realização de pesquisas é fundamental. Nesta Subseção são abordadas três ferramentas tecnológicas que podem ser utilizadas para este fim e em seguida é realizada uma comparação com a ferramenta proposta neste trabalho. Na Figura 1 pode-se visualizar a interface de cada uma destas ferramentas.

O *GeoGebra* (2023) é uma ferramenta educacional de código aberto, desenvolvida para auxiliar o ensino e aprendizado da matemática em todos os níveis educacionais, abrangendo áreas como estatística, geometria, álgebra, entre outras. Uma das ferramentas

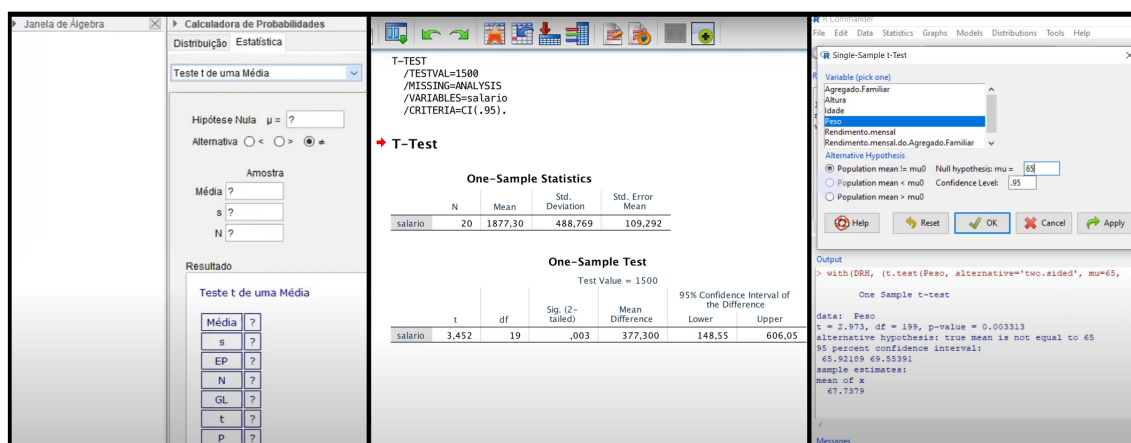


Figura 1. Exemplo Teste de Hipóteses. Geogebra, SPSS e R Commander

do *GeoGebra* é a planilha de estatística, que adiciona recursos para realizar funções estatísticas, incluindo análises univariadas, bivariadas e multivariadas, bem como cálculos de probabilidades.

Conforme a IBM (2023), o *SPSS* é um programa que ajuda a analisar dados estatísticos. Ele é usado principalmente por pesquisadores e profissionais de áreas como psicologia, sociologia, administração e economia. Com o *SPSS*, é possível fazer cálculos estatísticos, testes de hipóteses, correlações e outras análises estatísticas. Ele tem uma interface fácil de usar e é amplamente utilizado em pesquisas acadêmicas e empresas de vários setores.

O *R* (2023) é um *software* livre e gratuito para análise estatística, modelagem e visualização de dados. Ele é usado principalmente por pesquisadores, cientistas de dados e analistas em áreas como biologia, finanças, saúde, marketing, entre outras. O *R* oferece uma ampla gama de ferramentas estatísticas, incluindo testes de hipóteses, regressão, análise de séries temporais entre outras.

Ele também possui uma grande comunidade de usuários, que contribuem com pacotes de *software* e recursos para facilitar a análise de dados. O *R* é um programa de linha de comando, mas existem interfaces gráficas que facilitam sua utilização. O *R* é considerado um dos *softwares* mais poderosos e flexíveis para análise estatística, sendo amplamente utilizado em pesquisas acadêmicas e empresas de diversos setores.

O *software* proposto neste trabalho visa trabalhar com o conteúdo de Testes de Hipóteses, mostrando uma revisão de conceitos do conteúdo e resolvendo testes de hipóteses passo a passo, com instruções de cada etapa. Desta forma, apresentando também o resultado do teste acerca da rejeição ou não rejeição das hipóteses levantadas.

Posteriormente ele será integrado ao *software IFMath*, que conforme Durigon et al. (2019) é um *software* que apresenta uma explicação etapa a etapa da resolução de diversos conteúdos da matemática, além de mostrar os respectivos resultados. Nele, são apresentados também conceitos, definições e uma explicação teórica de cada assunto abordado. Desta forma, o aluno pode revisar e reforçar o que foi aprendido em aula, ou mesmo iniciar o aprendizado através do IFMath. Até o início do ano de 2023, o IFMath já contava com módulos de Números e Operações, Geometria, Álgebra e Funções,

e Estatística Descritiva.

No quadro 1, é apresentada uma comparação entre as ferramentas destacadas nessa Subseção, considerando características importantes e facilitadoras no processo de ensino e aprendizagem, como:

- Resoluções passo a passo: indica se o *software* fornece informações detalhadas para a resolução de problemas, o que pode ajudar na compreensão da lógica por trás das respostas e o estudante pode verificar a realização passo a passo dos problemas;
- Explicação durante o uso: esta característica aponta se a ferramenta oferece explicações claras e contextualmente relevantes enquanto os alunos trabalham em problemas, o que contribui no esclarecimento de dúvidas imediatas e a aprofundar a compreensão sobre o assunto estudado.;
- Versão gratuita: indica se o *software* possui uma versão que é distribuída gratuitamente;
- Facilidade de uso: define se o *software* possui uma interface intuitiva;
- Construção de gráficos: informa se a ferramenta oferece recursos gráficos para a interpretação dos problemas.

Quadro 1: Relação comparativa entre as ferramentas.

<i>Software</i>	Resoluções passo a passo	Explicação durante o uso	Versão gratuita	Facilidade de uso	Construção de gráficos
<i>IFMath</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
<i>R</i>	Não	Não	Sim	Não	Sim
<i>SPSS</i>	Não	Não	Não	Sim	Sim
<i>GeoGebra</i>	Não	Não	Sim	Sim	Sim

2.4. Tecnologias para desenvolvimento *web*

Nesta Subseção, são apresentadas e descritas as tecnologias e ferramentas que foram utilizadas no desenvolvimento da aplicação proposta neste trabalho. É feita uma análise de cada uma delas, explicando seu papel e importância no contexto do projeto em questão.

Sistemas *web* são aplicativos ou *softwares* que funcionam através de um navegador *web*. Geralmente utilizam tecnologias como *HTML*, *CSS*, *JavaScript* e outras linguagens de programação para o desenvolvimento de aplicações voltadas para a *web*.

HTML é uma linguagem de marcação para estruturar o conteúdo de páginas *web*, enquanto *CSS* é usada para estilizar e dar aparência visual a essas páginas. *JavaScript*, por sua vez, permite adicionar interatividade e funcionalidades dinâmicas às páginas *web*.

Para a edição dos códigos, foi utilizado o *Visual Studio Code*, que é um editor de código da *Microsoft*, com interface moderna e recursos avançados para edição e gerenciamento de projetos de *software*. Com suporte integrado para várias linguagens de programação, ele é amplamente utilizado no desenvolvimento de aplicativos *desktop*, *web* e *mobile*. Atualizações frequentes contribuem para uma experiência aprimorada, com correções de erros e melhor desempenho.

O *Angular* é uma plataforma completa utilizada para construir aplicativos web criado pela equipe da Google e que utiliza a linguagem *TypeScript*. O *Angular* oferece diversas funcionalidades que facilitam o desenvolvimento de aplicativos *web*, como por exemplo:

- Injeção de dependência: possibilita gerenciar as dependências entre os componentes do aplicativo;
- *Data binding*: possibilita que os dados sejam atualizados em tempo real no aplicativo, sem a necessidade de atualizar a página;
- Rotas: permite definir as rotas do aplicativo e a forma de como as páginas são carregadas.

Segundo Losif (2023), uma das principais vantagens da utilização do *Angular* é o fato de simplificar o processo de criação de aplicações *Web*. Com o *Angular*, os programadores podem criar facilmente componentes reutilizáveis, que podem ser utilizados em diferentes partes da aplicação. Isto facilita a manutenção e o escalonamento da aplicação ao longo do tempo. Portanto, considerando os benefícios mencionados acima, fica evidente a escolha do *Angular* como a tecnologia ideal para o desenvolvimento do projeto.

Para a construção de sistemas e interfaces *Web*, foi utilizado o *Bootstrap*, que é um *framework front-end* que oferece estruturas de *CSS* para a criação rápida e simplificada de sites e aplicações responsivas. Além disso, o *Bootstrap* tem a capacidade de lidar tanto com sites de *desktop* quanto com páginas de dispositivos móveis de forma igualmente eficiente.

Segundo Emmanuel (2017), o *Bootstrap* tem uma série de funcionalidades e capacidades que tornam mais fácil a criação de designs responsivos. A maior vantagem é o fato de ser fortemente baseado em *Flexbox*. Em um estudo realizado por Yunxia (2017), foi demonstrado que a utilização do *Bootstrap* permitiu uma economia significativa de tempo e esforço no desenvolvimento de interfaces responsivas. Além disso, o estudo também mostrou que o uso do *Bootstrap* resultou em uma maior consistência visual e na redução de erros de *layout*.

Nesse contexto, a ideia de utilizar o *Bootstrap* no projeto tem como objetivo aproveitar tais vantagens comprovadas, já que sua utilização no projeto pode otimizar o desenvolvimento das interfaces, economizando tempo e esforço, enquanto é garantido uma experiência visualmente consistente.

Para enriquecer a experiência de visualização de resultados, fez-se uso da biblioteca *Highcharts*, uma poderosa ferramenta para criação de gráficos interativos. A biblioteca *Highcharts* desempenha um papel fundamental ao permitir a representação visual dos dados e resultados, tornando as informações mais acessíveis e compreensíveis para os usuários.

A biblioteca citada é amplamente reconhecida e utilizada em projetos de visualização de dados devido à sua flexibilidade e capacidade de criar uma variedade de tipos de gráficos, desde gráficos de linhas e barras até gráficos de pizza e de dispersão. Ela é conhecida por sua capacidade de criar gráficos interativos e responsivos, o que a torna ideal para exibir resultados de pesquisa de maneira dinâmica.

Um dos principais benefícios da integração da biblioteca *Highcharts* é a capacidade de criar gráficos interativos. Os gráficos respondem às ações do usuário, como

zoom, seleção de pontos de dados e destaque de informações específicas. Essa interatividade permite que o usuário explore os dados de maneira mais detalhada e compreenda melhor os padrões apresentados nos gráficos.

3. Desenvolvimento

O desenvolvimento deste trabalho seguiu uma abordagem baseada em uma pesquisa bibliográfica e posterior desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de Teste de Hipóteses. De acordo com as diretrizes propostas por Brito et al. (2018), a pesquisa bibliográfica é um processo de busca, seleção e análise de fontes de informação relevantes para embasar o trabalho de pesquisa. Nesta Seção será abordado o levantamento de conteúdos que estarão presentes na ferramenta, sua modelagem e a descrição de sua implementação.

3.1. Levantamento de conteúdos

Teste de hipóteses é uma ferramenta estatística para tomar decisões sobre uma população com base em uma amostra. Ao formular uma afirmação ou hipótese sobre uma população, com o teste de hipóteses pode-se avaliar se a afirmação é aceita ou se deve ser rejeitada. Conforme Barbetta et al. (2010), essas afirmações podem ser a comparação entre médias, comparação entre proporções, entre outros. Por exemplo, a comparação entre a proporção de reclamações antes e depois da implantação de um programa de melhoria de qualidade.

Há uma recomendação de passos a seguir na aplicação de Teste de Hipóteses. Abaixo, é apresentado a recomendação de passos a seguir conforme Montgomery et al. (2013):

- Identificar o parâmetro de interesse. Este parâmetro pode ser uma média por exemplo e seu valor pode ser definido de diferentes formas. Pode ser resultante de experimentos anteriores ou de conhecimento do processo por exemplo, e nesse caso, o interesse do teste pode ser identificar se este parâmetro sofreu alteração. De acordo com Montgomery et al. (2013) o valor do parâmetro pode ser definido também por um modelo ou estudo, e neste caso o interesse do teste é confirmar o modelo;
- Definir a hipótese nula H_0 . A hipótese nula é uma afirmação que representa a situação padrão, de que não há diferença no parâmetro de interesse. Ao testar a média de uma população, por exemplo, H_0 poderia ser definida como: A média é igual a determinado valor;
- Definir adequadamente uma hipótese alternativa, H_1 . A hipótese alternativa é a afirmação oposta à hipótese nula e pode ser uma hipótese de que teste se existe uma diferença do valor utilizado na hipótese nula;
- Escolher um nível de significância, α . O nível de significância, geralmente denotado por *alpha* (α), é a chance máxima de cometer o erro de rejeitar a hipótese nula quando ela é realmente verdadeira. É comum utilizar um nível de significância de 0,05 (5%) ou 0,01 (1%);
- Definir uma estatística adequada de teste. A estatística de teste é uma medida calculada com base nos dados amostrais e será utilizada para tomar a decisão de aceitar ou rejeitar a hipótese nula. A estatística de teste é escolhida de acordo com o tipo de parâmetro que está sendo testado e a distribuição dos dados amostrais;

- Definir a região de rejeição para a estatística. A região de rejeição é a faixa de valores da estatística de teste em que será rejeitada a hipótese nula. Essa região é definida com base no nível de significância escolhido e a distribuição da estatística de teste;
- Calcular as grandezas amostrais necessárias. Com base na amostra disponível, calcular as estatísticas necessárias para a equação da estatística de teste. Ao testar uma média por exemplo, é calculada a média amostral e o desvio padrão amostral. Após obter os valores necessários, eles serão inseridos na equação para a estatística de teste ser calculada;
- Decidir se H_0 deve ser rejeitada ou não, e relatar isto no contexto do problema. Nesta etapa, o valor da estatística de teste calculada é comparada com a região de rejeição estabelecida. Se o valor da estatística de teste estiver dentro da região de rejeição, a hipótese nula é rejeitada. Caso contrário, a hipótese nula não é rejeitada.

O objetivo dos Testes de Hipóteses é reunir evidências estatísticas suficientes para tomar uma decisão sobre qual hipótese é mais provável, controlando também o risco de cometer erros estatísticos. No ambiente desenvolvido neste trabalho, serão abordados os seguintes testes:

- Teste de Hipóteses para médias de populações normais com variâncias conhecidas;
- Teste de Hipóteses para médias de populações normais com variâncias desconhecidas;
- Teste de Hipóteses para proporções.

3.2. Modelagem

A modelagem é uma etapa crucial em um projeto de desenvolvimento de *software*, pois permite a criação de representações estruturadas e abstratas do sistema que será construído. Conforme Pressman e Maxim (2021) a modelagem engloba tanto a fase de análise quanto a de projeto, permitindo a criação de representações do *software* que se tornam cada vez mais detalhadas. O propósito dos modelos é então fortalecer a compreensão do trabalho a ser realizado e fornecer orientação aos responsáveis pela implementação do *software*. Nesta Subseção, são abordados os principais aspectos da modelagem adotada no desenvolvimento do *software* proposto neste trabalho.

O primeiro passo na modelagem é a identificação e documentação dos requisitos do *software*. Os requisitos descrevem as funcionalidades e características que o sistema deve possuir para atender às necessidades dos usuários. Nos quadros 2, 3, 4 e 5 são apresentados os requisitos funcionais do *software* proposto. Eles fornecem informações sobre o fluxo de eventos, as entradas e saídas, assim como a prioridade.

Quadro 2: RF001

Requisito	Visualizar Conteúdo.
Descrição	O conteúdo deve incluir uma descrição e explicação sobre Testes de Hipótes e sua utilização.
Prioridade	Baixa.
Pré Condições	Não possui.
Entradas	Não Possui.
Saídas	Não Possui.
Pós Condições	Não Possui.

Quadro 3: RF002

Requisito	Selecionar tipo de teste.
Descrição	O sistema deve permitir ao usuário selecionar o tipo de teste que deseja realizar: Teste de hipóteses para médias de populações normais com variância conhecida; Teste de hipóteses para médias de populações normais com variância desconhecida; Teste de hipóteses para proporção.
Prioridade	Média.
Pré Condições	Não possui.
Entradas	Não Possui.
Saídas	Não Possui.
Pós Condições	O usuário deve ser direcionado para a página do teste escolhido.

Quadro 4: RF003

Requisito	Entrada de dados.
Descrição	O sistema deve permitir ao usuário inserir os dados necessários para os cálculos dos testes.
Prioridade	Alta.
Pré Condições	Deve ser selecionado um dos tipos de teste.
Entradas	Média e, Variância ou Desvio Padrão; Tamanho da Amostra; Média Amostral; Nível de Significância; Média que deseja testar (Hipótese Nula) e a Hipótese alternativa.
Saídas	Não Possui.
Pós Condições	O sistema permite que o usuário utilize o RF004.

Quadro 5: RF004

Requisito	Visualizar passo a passo.
Descrição	O sistema deve exibir cada passo necessário para chegar ao resultado.
Prioridade	Alta.
Pré Condições	O usuário deve ter preenchido as informações de entrada definidas no RF003.
Entradas	Dados fornecidos no RF003.
Saídas	O sistema exibirá em cada passo para chegar a conclusão sobre a rejeição ou não da hipótese inicial, assim como o resultado. Mostrando também um gráfico para ilustrar o resultado, conforme o teste utilizado.
Pós Condições	Não Possui.

De acordo com Pressman e Maxim (2021) um caso de uso é uma representação das interações que acontecem entre os usuários e o sistema. Ele descreve os diferentes caminhos e ações que os usuários podem realizar para alcançar seus objetivos e obter informações relevantes do sistema. Na Figura 2 é apresentado o diagrama de casos de uso, uma representação gráfica que descreve as interações entre os atores e o sistema em estudo.

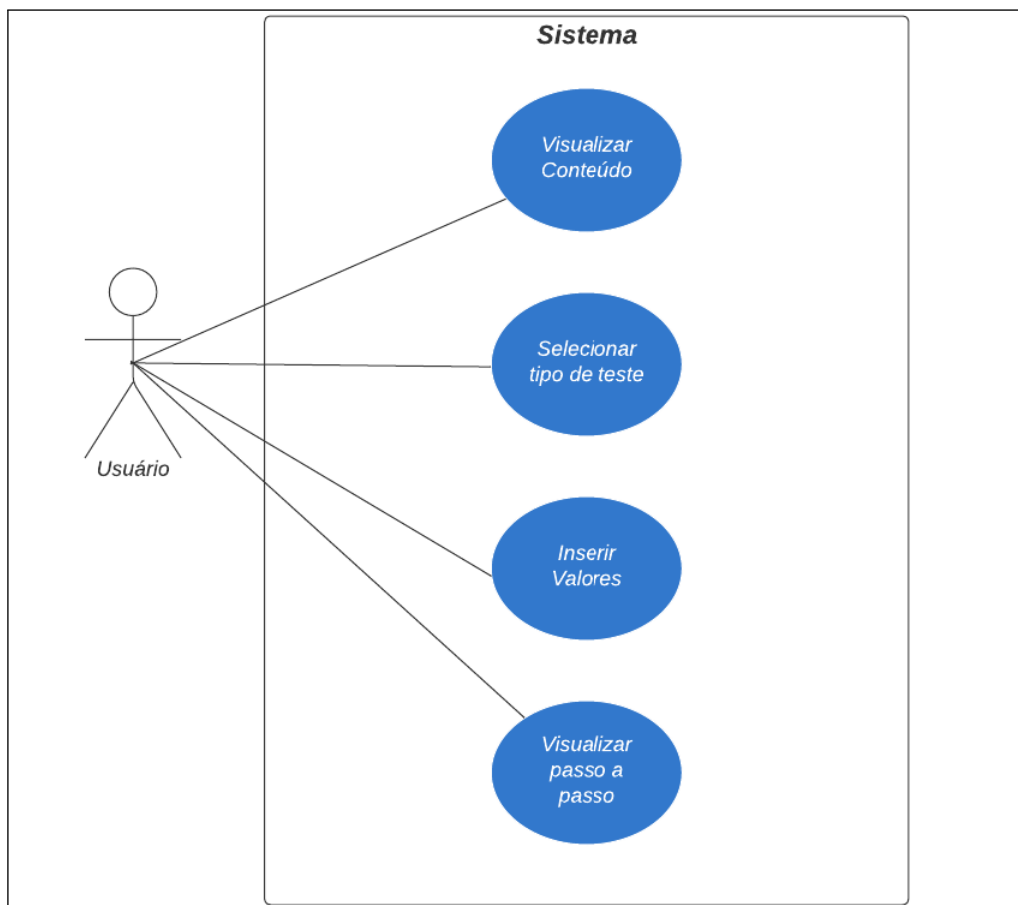


Figura 2. Diagrama de caso de uso

A modelagem de interfaces concentra-se na representação visual das telas, formulários e elementos de interação do *software*. Essa modelagem permite validar a usabilidade, a disposição dos elementos e a navegabilidade do sistema. De acordo com Presman e Maxim (2021), a prototipação é uma forma de identificar requisitos de *software*, proporcionando aos envolvidos a oportunidade de visualizar o sistema final e iniciar o desenvolvimento imediatamente.

Na Figura 3 é apresentado o protótipo da interface em que serão realizados os Testes de Hipóteses, no *software* proposto. No lado esquerdo há um menu de navegação, para alternar entre a tela que apresenta a teoria e explicação do conteúdo, e a tela em que é possível selecionar os diferentes tipos de testes. Após selecionar o tipo de teste, o usuário pode realizar a entrada dos dados necessários, e então visualizar o passo a passo da resolução, assim como os resultados e o gráfico pertinente ao tipo de teste selecionado.

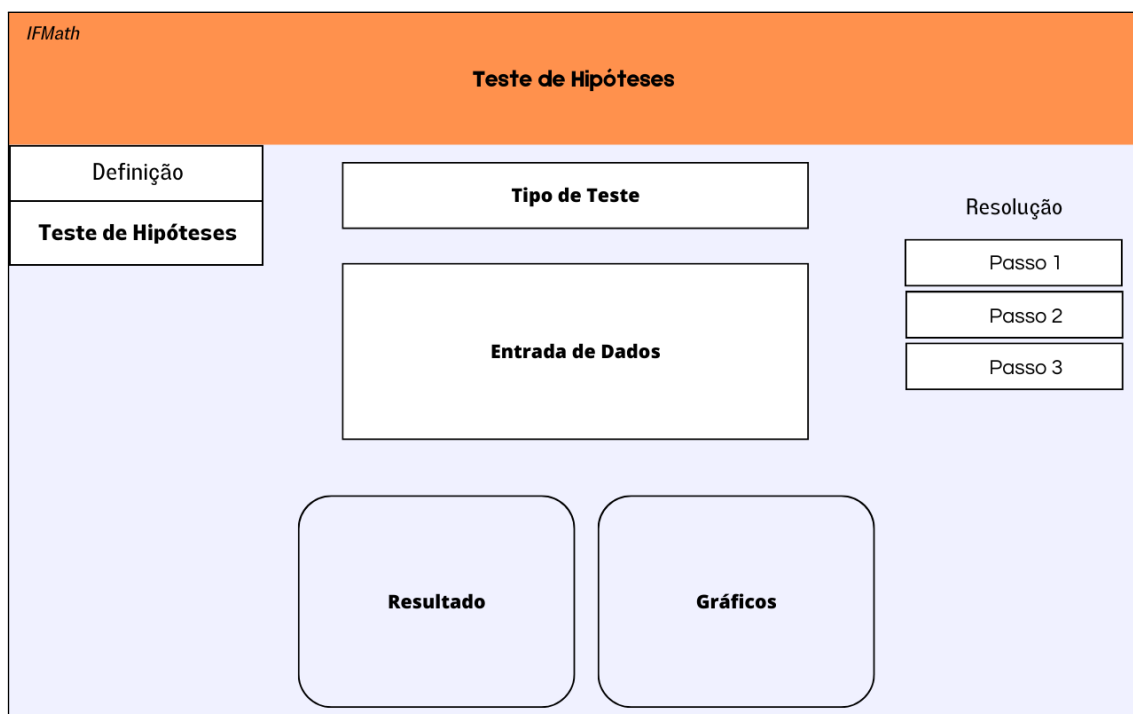


Figura 3. Protótipo da tela de Teste de Hipóteses

O *software* proposto neste projeto não requer a utilização de um banco de dados para armazenamento de informações. Dado que o seu foco principal é em atividades de ensino e aprendizado, a abordagem adotada baseia-se em outros métodos de manipulação de dados.

3.3. Implementação

A etapa inicial da implementação deste projeto concentrou-se na criação do módulo dedicado ao conteúdo teste de hipóteses no ambiente do IFMath. O IFMath é construído utilizando o *framework Angular*, adotando uma abordagem arquitetural que organiza seu desenvolvimento em módulos específicos, cada um correspondendo a um domínio particular de estudo dentro do sistema.

O desenvolvimento desse módulo exigiu uma análise abrangente da estrutura global do sistema, com o objetivo de garantir que o processo de construção estivesse em conformidade com os padrões estabelecidos, evitando possíveis equívocos e incompatibilidades.

Durante essa análise, foram identificadas características particulares relacionadas à organização hierárquica e à estrutura de pastas essenciais. Em cada módulo, foi adotada uma abordagem de organização ao criar uma pasta denominada *components*, destinada a abrigar todas as telas e elementos relacionados ao módulo em questão. Além disso, uma pasta *shared* foi estabelecida para centralizar componentes e estilos passíveis de reutilização em várias partes do sistema.

Outro aspecto relevante foi a necessidade de criar um arquivo de módulo específico para declarar os componentes exclusivos do módulo de teste de hipóteses. Da mesma forma, um arquivo de roteamento (*routing*) foi elaborado para definir as URLs que permitem o acesso aos componentes desenvolvidos. Em seguida, foi iniciado o desenvolvimento das interfaces, utilizando como ponto de partida o *layout* apresentado na Subseção 3.2.

3.3.1. Sequência de Implementação

A sequência de implementação das telas foi cuidadosamente planejada para garantir uma experiência de usuário fluida e coerente. A ordem de implementação seguiu o seguinte fluxo:

- **Abas da Lateral Esquerda:** A primeira etapa concentrou-se na criação das abas localizadas na lateral esquerda da interface. Essas abas foram projetadas para apresentar aos usuários as diversas opções de tela disponíveis. Cada aba representa uma categoria específica de funcionalidade do sistema, facilitando a navegação e seleção das telas desejadas.
- **Tela Central:** Em seguida, foi desenvolvida a tela central, onde são apresentados os diferentes tipos de cálculos disponíveis e a área de entrada de dados. Essa tela desempenha um papel central no sistema, permitindo que os usuários escolham o tipo de teste de hipótese que desejam realizar e forneçam os dados necessários.
- **Aba da Lateral Direita:** A última fase envolveu o desenvolvimento da aba localizada na lateral direita da interface. Essa aba foi projetada para fornecer um guia passo a passo da resolução dos cálculos de teste de hipóteses, auxiliando os usuários na compreensão do passo a passo da realização dos cálculos em questão.

3.3.2. Estrutura do Diretório do Teste de Hipótese

Conforme Figura 4, dentro da pasta *components*, os elementos da interface foram organizados em quatro subpastas distintas:

th-descricao: Esta subpasta abriga a tela destinada a apresentar e definir o conceito de teste de hipótese. Essa tela tem como objetivo educar os usuários sobre o tema, fornecendo informações relevantes.

th-sidebar: Aqui, encontra-se a parte da aba lateral esquerda que exibe as opções disponíveis de tela. A interface dessa lateral foi projetada para ser clara e concisa, facilitando a escolha das funcionalidades pelos usuários.

th-testes: Nesta subpasta estão localizados os diretórios das telas específicas para cada tipo de teste de hipótese. Cada tela foi projetada para permitir aos usuários realizar cálculos de teste de hipóteses de acordo com suas necessidades, selecionando o tipo de teste apropriado.

th-view: O componente *th-view* é responsável por estruturar a interface principal das telas de teste de hipóteses. Os arquivos deste componente exemplificam a estrutura básica dessas telas, com a barra lateral esquerda (*th-sidebar*) e o espaço central de conteúdo (*router-outlet*) claramente definidos.

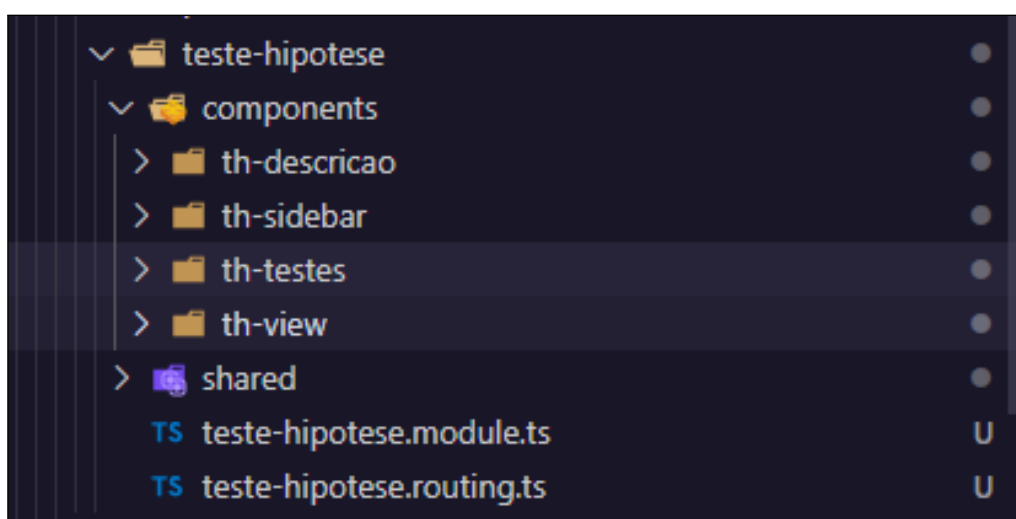


Figura 4. Diretório do módulo de Teste de Hipóteses

A metodologia de desenvolvimento da interface priorizou a usabilidade e a experiência do usuário. A organização estruturada das telas e componentes facilita a navegação e a compreensão do sistema, tornando-o mais acessível e eficaz para os usuários que desejam realizar testes de hipóteses.

Além disso, essa abordagem permite futuras expansões e atualizações de forma eficiente, à medida que novos tipos de testes de hipóteses podem ser adicionados à pasta *th-testes* com facilidade.

3.3.3. Tela de definição de Teste de hipóteses

Para o desenvolvimento dos testes de hipóteses de forma correta, é importante que os usuários compreendam o que é necessário para a realização do teste, suas definições e consiga identificar qual teste é o mais indicado para a situação em questão.

Neste sentido, no menu esquerdo o usuário pode acessar a página de definição, onde é apresentado a definição de teste de hipóteses, um glossário e também dicas para a realização dos testes, como pode ser observado na Figura 5. Ao acessar o menu de testes, o usuário poderá selecionar o teste que deseja realizar, conforme exibido na Figura 6.

Teste de Hipóteses Colaboradores

Para facilitar o entendimento, apresentamos abaixo as letras gregas e demais símbolos e nomes utilizados em teste de hipóteses.

n - Tamanho da amostra
 σ^2 - Variância
 σ (*sigma*) - Desvio Padrão
 α (*alpha*) - Nível de significância
 α (*alpha*) - Nível de significância
 \bar{x} - Desvio padrão em torno da média
 $\sum x_i$ - Somatório de todos os elementos
 \bar{x} - Média

Dicas para realizar o Teste de Hipóteses

<p>Identificar o parâmetro de interesse: Este parâmetro pode ser uma média ou proporção, por exemplo, e seu valor pode ser definido de diferentes formas. Pode ser resultante de experimentos anteriores ou de conhecimento do processo, e nesse caso, o interesse do teste pode ser identificar se este parâmetro sofreu alteração. O valor do parâmetro pode ser definido também por um modelo ou estudo, e neste caso o interesse do teste é confirmar o modelo;</p> <p>Definir uma estatística adequada de teste: A estatística de teste é uma medida calculada com base nos dados amostrais e será utilizada para tomar a decisão de aceitar ou rejeitar a hipótese nula. A estatística de teste é escolhida de acordo com o tipo de parâmetro que está sendo testado e a distribuição dos dados amostrais;</p>	<p>Definir a hipótese nula (H_0): A hipótese nula é uma afirmação que representa a situação padrão, geralmente afirmando que não há diferença no parâmetro de interesse. Ao testar a média de uma população, por exemplo, (H_0) poderia ser definida como: A média é igual a determinado valor;</p> <p>Definir a região de rejeição para a estatística: A região de rejeição é a faixa de valores da estatística de teste em que será rejeitada a hipótese nula. Essa região é definida com base no nível de significância escolhido e a distribuição da estatística de teste;</p>	<p>Definir adequadamente uma hipótese alternativa (H_1): A hipótese alternativa é a afirmação oposta à hipótese nula e pode ser uma hipótese que teste se existe uma diferença do valor utilizado na hipótese nula;</p> <p>Calcular as grandezas amostrais necessárias: Com base na amostra disponível, calcular as estatísticas necessárias para a equação da estatística de teste. Ao testar uma média por exemplo, é calculada a média amostral e o desvio padrão amostral. Após obter os valores necessários, eles serão inseridos na equação para a estatística de teste ser calculada;</p>	<p>Escolher um nível de significância α (alpha): O nível de significância, geralmente denotado por alpha (α), é a chance máxima de cometer o erro de rejeitar a hipótese nula quando ela é realmente verdadeira. É comum utilizar um nível de significância de 0.05 (5%) ou 0.01 (1%);</p> <p>Decidir se H_0 deve ser rejeitada ou não, e relatar isto no contexto do problema: Nesta etapa, o valor da estatística de teste calculada é comparada com a região de rejeição estabelecida. Se o valor da estatística de teste estiver dentro da região de rejeição, a hipótese nula é rejeitada. Caso contrário, a hipótese nula não é rejeitada.</p>
--	--	---	---

Figura 5. Tela de definição de testes

IFMath Teste de Hipóteses

Definição

Testes

Testes

Teste de hipóteses para médias de populações normais com variância conhecida

Teste de hipóteses para médias de populações normais com variância desconhecida

Teste de hipóteses para proporção

Figura 6. Tela de acesso aos testes

3.3.4. Entrada de dados e variáveis

No contexto do *software* desenvolvido para o cálculo de testes de hipóteses, a entrada de dados desempenha um papel fundamental. Este tópico se dedica a explorar como os dados são inseridos e manipulados na plataforma, enfatizando sua importância no processo de tomada de decisões estatísticas.

Em todos os tipos de testes de hipóteses, o *software* disponibiliza duas opções

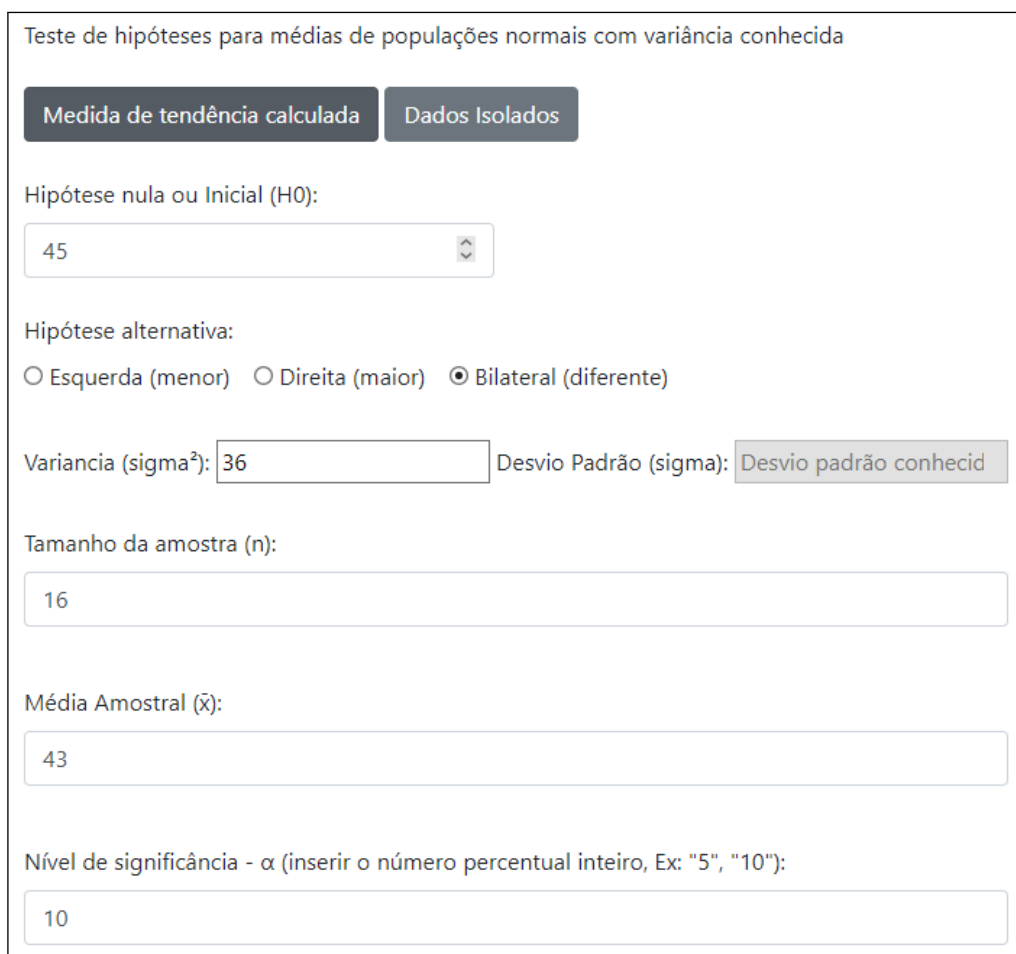
principais para a entrada de dados:

- Medida de Tendência Calculada: Nessa alternativa, os usuários inserem diretamente o tamanho da amostra e a média amostral.
- Dados Isolados: Nessa abordagem, os usuários podem inserir uma série de números isolados para que o *software* realize o cálculo da média e desvio padrão. É importante destacar que, para dar procedimento ao cálculo de teste de hipótese, é necessário utilizar alguma das duas opções.

Nesse sentido, o *software* oferece uma interface intuitiva que permite aos usuários inserirem informações essenciais para a realização do teste de hipóteses. Conforme Figura 7, as principais variáveis de entrada, no caso de medidas de tendência calculadas, incluem:

Hipótese Nula (H_0): Neste campo, os usuários têm a capacidade de inserir a hipótese nula, que neste caso, dos Testes de Hipóteses para a Média de Populações Normais, representa a média populacional a ser testada.

Hipótese Alternativa (H_1): Os usuários podem escolher entre três opções: Esquerda (menor), Direita (maior) ou Bilateral (diferente), com base na natureza da hipótese alternativa.



Teste de hipóteses para médias de populações normais com variância conhecida

Hipótese nula ou Inicial (H_0):

45

Hipótese alternativa:

Esquerda (menor) Direita (maior) Bilateral (diferente)

Variância (σ^2): 36 Desvio Padrão (σ): Desvio padrão conhecido

Tamanho da amostra (n):

16

Média Amostral (\bar{x}):

43

Nível de significância - α (inserir o número percentual inteiro, Ex: "5", "10"):

10

Figura 7. Variáveis de entrada

Variância (σ^2) ou Desvio Padrão (σ): O *software* permite que os usuários insiram

a variância ou o desvio padrão conhecido da população. Dependendo da opção que o usuário utilizar, haverá uma manipulação diferente da variável.

Tamanho da Amostra (n) e Média Amostral (\bar{x}): Essas informações são essenciais para calcular o teste de hipóteses. O usuário insere o tamanho da amostra e a média amostral, que podem ser valores específicos ou derivados dos dados isolados.

Nível de Significância (α): Neste campo, o usuário define o nível de significância desejado para o teste.

O usuário também dispõe da opção “Dados Isolados” nas opções de entrada, quando ele selecionar esta opção, ele deve informar uma lista de números que seriam dados referentes às medidas individuais dos valores obtidos a partir de uma amostra e, enquanto o usuário for adicionando os números, também é mostrado em tempo real a lista atualizada, como pode ser verificado na Figura 8.

Medida de tendência calculada | Dados Isolados

Hipótese nula ou Inicial (H0):
45

Hipótese alternativa:
 Esquerda (menor) Direita (maior) Bilateral (diferente)

Variância (sigma²): 36 Desvio Padrão (sigma): Desvio padrão conhecid

Entre com um número:
Digite um número

Adicionar | Limpar

Números Isolados:
45, 56, 12, 13, 14, 15

Nível de significância - α (insere o número percentual inteiro, Ex: "5", "10"):
1

Figura 8. Dados Isolados

O usuário pode inserir os números selecionando o botão “Adicionar” ou pressionando a tecla “Enter”. Caso erre a digitação dos dados o usuário pode utilizar o botão “Limpar” e a lista é apagada para que ele possa iniciar a digitação novamente.

Por fim, são retornados os dados isolados juntamente com o resultado dos cálculos das medidas da média amostral destes dados. Os demais dados devem ser inseridos da mesma maneira (hipótese inicial, alternativa e nível de significância) que no caso dos dados que já possuíam as medidas de tendência calculadas.

Se o usuário não conhecer a variância ou desvio padrão da população, ele realizará um teste de hipóteses para médias de populações normais com variância desconhecida. Neste caso o tipo de teste de hipóteses que o usuário irá realizar é diferente do anterior.

A ideia deste teste consiste em utilizar apenas medidas de tendência central e medidas de variabilidade da amostra para realizar uma inferência. A entrada de dados depende da forma que o problema estatístico estiver definido, o que difere é o fato de os resultados das medidas de tendência da amostra já estarem calculados ou não.

Na Figura 9 pode ser observada a entrada de dados para este tipo de teste de hipóteses, onde deve ser inserida a variância ou desvio padrão obtidos a partir da amostra.

Teste de hipóteses para médias de populações normais com variância desconhecida

Medida de tendência calculada Dados Isolados

Hipótese nula ou Inicial (H_0):

Hipótese alternativa:

Esquerda (menor) Direita (maior) Bilateral (diferente)

Variância amostral (S^2): Desvio Padrão amostral (S):

Tamanho da amostra (n):

Média Amostral (\bar{x}):

Nível de significância - α (inserir o número percentual inteiro, Ex: "5", "10"):

Figura 9. Variáveis de entrada - Variância desconhecida

No teste para proporções, o tipo de teste a ser realizado necessita a entrada de dados relacionados às proporções amostrais. Na Figura 10, são exibidos os campos de entrada para o teste de hipóteses para proporção. Ao realizar este teste, o usuário pode inserir a proporção que deseja testar (H_0) e a proporção obtida na amostra (\bar{p}).

Teste de hipóteses para proporção

Hipótese nula ou Inicial (H0):

Proporção populacional que des

Hipótese alternativa:

Esquerda (menor)
 Direita (maior)
 Bilateral (diferente)

Tamanho da amostra (n):

Qual o número de elementos da amostra?

Proporção Amostral (\bar{p}):

Qual a proporção da amostra?

Nível de significância - α (inserir o número percentual inteiro, Ex: "5", "10"):

Qual o nível de significância?

Figura 10. Variáveis de entrada - Proporção

3.3.5. Processamento de dados

O processamento de dados é realizado de acordo com as informações fornecidas pelo usuário. Isso inclui o cálculo de valores como o desvio padrão da população, a estatística de teste T_{calc} ou Z_{calc} , obter o valor crítico ($Z\alpha$) e a decisão final.

Caso o usuário insira um valor no campo da variância, o campo do desvio padrão é desabilitado, e vice-versa. A partir da seleção do desvio padrão, o valor não precisa sofrer alteração, mas, caso seja selecionado variância, é passada a raiz quadrada do valor original. Na Figura 11, é apresentado o trecho de código que verifica qual dos campos foi preenchido, variância ou desvio padrão.

Em relação à entrada da média amostral ou dos dados isolados, foi criada uma variável chamada *sampleMean*, que recebe o valor da média amostral ou os valores de dados isolados. Caso seja de média amostral, o valor é salvo normalmente. Caso sejam inseridos dados isolados, é pego a lista de números e calculada a média destes. Na Figura 12 é apresentada a estrutura condicional para a entrada de dados isolados ou entrada do valor da média amostral.

Para o cálculo de desvio padrão da media Amostral foi instanciada uma variável chamada *Ox* que recebe um valor determinado por uma condicional, que verifica se o

```

let populationStdDev;
if (this.desvioPadrao) {
  populationStdDev = parseFloat(this.desvioPadrao);
} else if (this.variancia) {
  const variance = parseFloat(this.variancia);
  populationStdDev = Math.sqrt(variance);
} else {
  console.error("Nem o desvio padrão nem a variância foram fornecidos.");
  return;
}

```

Figura 11. Condicional para desvio padrão ou variância

```

let sampleMean;
if (this.mediaAmostral !== "" && this.dadosIsolados.length === 0) {
  sampleMean = parseFloat(this.mediaAmostral);
  console.log("media amostral", sampleMean);
} else if (this.mediaAmostral === "" && this.dadosIsolados.length > 0) {
  const sum = this.dadosIsolados.reduce((acc, num) => acc + num, 0);
  sampleMean = sum / this.dadosIsolados.length;
  console.log("dados isolados: ", sampleMean);
} else {
  console.error("mediaAmostral e dados isolados estão vazios.");
  return;
}

```

Figura 12. Condicional para dados isolados ou média amostral

tamanho da amostra ou média amostral está vazia. Logo, a que não estiver, tem o dado informado no seu campo passado como valor correspondente. Este valor, é enviado para a função *calculateOxValue*, juntamente com a variável *populationStdDev*. Nas Figuras 13 e 14 são demonstrados os trechos de código que realizam a condicional para o desvio padrão amostral e o cálculo do mesmo, respectivamente.

```

//calcular oX e validação se está usando dados isolados ou média de tendencia calculada
let oX;
if(sampleSize === null || sampleSize === ""){
  oX = this.calculateOxValue(populationStdDev, sampleMean.length);
}else{
  oX = this.calculateOxValue(populationStdDev, sampleSize);
}

```

Figura 13. Condicional para Desvio Padrão Amostral

```

calculateOxValue(o2: any, tamanhoAmostra: any){
  o2 = o2 / tamanhoAmostra;
  if(o2 < 0){
    throw new Error("Não é possível calcular a raiz quadrada de um número negativo.");
  }else{
    return Math.sqrt(o2)
  }
}

```

Figura 14. Cálculo para Desvio Padrão Amostral

Para a realização dos testes de hipóteses é necessário calcular o valor da estatística de teste, que no caso dos Testes de Hipóteses para médias de populações normais com variâncias conhecidas, é o valor de Z_{calc} . Essa variável armazena o resultado do cálculo da estatística de teste Z , representada por $zCalc$. Na Figura 15 consta o cálculo realizado. Observa-se que $zCalc$ é igual à diferença entre a média amostral (*sampleMean*) e a hipótese inicial (h_0), dividida pelo desvio padrão da média amostral (ox).

```

//calcular zcalc
const zcalc = (sampleMean - h0) / ox;

```

Figura 15. Cálculo de Z_{calc}

O valor crítico da estatística de teste Z é obtido tomando como base o nível de significância (α) inserido pelo usuário. O valor crítico é o ponto que delimita a área da distribuição normal ou *t de Student* (conforme o tipo de teste realizado) que representa o respectivo nível de significância, separando a região crítica da região de não rejeição. Este valor pode ser obtido através da tabela Normal ou tabela t de Student.

A partir da determinação do valor crítico, ele é comparado ao valor da variável ($zCalc$) calculada anteriormente e então é realizada a inferência em relação ao valor calculado para afirmar se rejeita ou não a hipótese inicial, como pode ser observado na Figura 16.

O Teste de Hipóteses para médias de populações normais com variâncias desconhecidas e o Teste de Hipóteses para proporções, seguiram a mesma lógica de implementação, com alterações apenas na fórmula da estatística de teste.

```

if (zcalc < zAlpha) {
  this.resultadoFinal = "Como Zcalc ∈ RNR, não rejeitamos H0";
} else {
  this.resultadoFinal = "Zcalc ∈ RC, rejeitamos H0";
}

```

Figura 16. Comparação entre Z_{calc} e valor crítico

3.3.6. Gráfico das distribuições de probabilidade

Além das seções de cálculos específicos descritas acima, esta pesquisa também incorpora gráficos interativos para representar visualmente os dados e resultados dos testes realizados. O uso de gráficos para representar as distribuições de probabilidade auxilia na compreensão dos padrões e tendências dos dados. Esses gráficos são uma adição valiosa à visualização de resultados, complementando as informações apresentadas nas seções de cálculos.

Neste projeto, a integração da biblioteca *Highcharts* é realizada por meio do uso de um componente específico do Angular, que permite incorporar facilmente gráficos *Highcharts* na página da web. O componente é configurado com as opções de gráfico desejadas, permitindo a criação de gráficos personalizados de acordo com os requisitos da pesquisa.

Dentro deste projeto, foram utilizados dois tipos principais de gráficos *Highcharts*:

- Gráfico de Linhas: Este gráfico é empregado para representar tendências e variações em séries de dados ao longo do tempo ou de acordo com uma variável específica. Ele é utilizado para visualizar relações entre variáveis e mostrar como elas evoluem com base nos parâmetros selecionados pelo usuário.
- Gráfico de Área: Os gráficos de área são usados para mostrar a distribuição de dados e como partes de um todo contribuem para o resultado geral. Eles auxiliam na compreensão das proporções e na identificação de tendências em diferentes segmentos dos dados.

Conforme gráfico apresentado na Figura 17, pode-se observar os pontos críticos e a partir da estatística de teste identificar se o Z_{calc} pertence à região crítica ou região de não rejeição, auxiliando na compreensão do teste realizado.

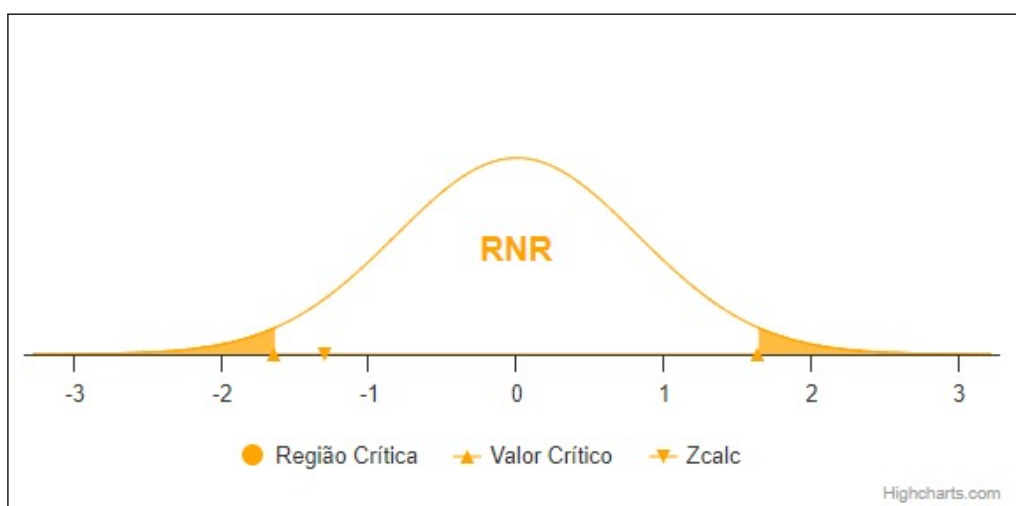


Figura 17. Gráfico da distribuição normal

Na Figura 18, pode-se observar o mesmo em relação a distribuição *t de Student*.

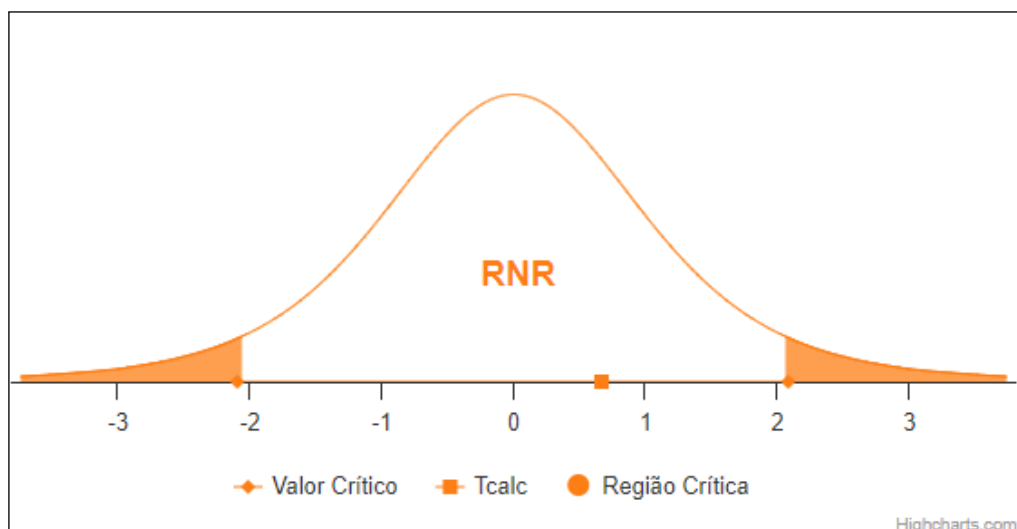


Figura 18. Gráfico da distribuição t de Student

3.3.7. Visualização de Resultados e exibição do passo a passo

Na presente pesquisa, a apresentação dos resultados dos testes é realizada por meio de uma página web interativa. Essa abordagem permite que os cálculos e resultados sejam exibidos de maneira dinâmica, de acordo com as escolhas do usuário e os dados fornecidos. A exibição dos resultados é dividida em passos, cada um deles dedicado a um cálculo ou métrica específica. Essa estrutura facilita a navegação do usuário e a compreensão dos resultados.

O menu lateral direito é o local onde são exibidos os cálculos e resultados. Nele, o usuário encontra um título “Propriedades”, onde são exibidas propriedades sobre o teste de hipóteses que está realizando e opções para escolher qual propriedade deseja acessar. As escolhas incluem diferentes métricas estatísticas, como “Média Amostral”, “Desvio padrão em relação à média amostral”, “ Z_{calc} ”, “ Z_{α} ” e “Conclusão”. Além de poder visualizar apenas os resultados de cada métrica, inclusive rejeição ou não da hipótese, o usuário pode ver cada passo realizado no cálculo desta métrica, com uma breve explicação.

Cada seção de cálculo específico apresenta informações relevantes da seguinte maneira:

- **Título da Seção:** Cada seção começa com um título e uma fórmula que demonstram o cálculo ou métrica em foco. Por exemplo, na seção “Desvio padrão em relação à média amostral” o título esclarece o conceito que está sendo abordado.
- **Informações do Cálculo:** Em seguida, são apresentadas informações importantes sobre o cálculo. Essas informações ajudam o usuário a entender o contexto e a lógica de todo o cálculo realizado. Por exemplo, na seção Z_{calc} , as informações incluem explicações sobre como ele é calculado”.
- **Resultado do Cálculo:** O resultado do cálculo é exibido dinamicamente usando variáveis correspondentes. Isso significa que o resultado é apresentado apenas se houver valores disponíveis para exibição.

A lógica para calcular os resultados é implementada utilizando a linguagem *TypeScript* associado à página da *web*. Quando o usuário interage com a página, a função *logValues()* é acionada.

Esta função captura os valores fornecidos pelo usuário, como a “Hipótese Nula (H_0)”, “Média Amostral”, “Desvio Padrão”, “Tamanho da Amostra” e “Nível de Significância” e em seguida realiza cálculos com base nos dados fornecidos, como desvio padrão (*resultadoOx*), estatística de teste Z (*resultadoZcalc*), valor crítico (*resultadoTCritical*) e a conclusão final. Além disso, exibe os resultados calculados nas seções apropriadas da página da *web*, permitindo que o usuário acompanhe e compreenda os resultados em tempo real.

Ao final do teste é exibido o resultado sobre a rejeição ou não da hipótese inicial, de acordo com a estatística de teste e o valor crítico, como estas informações devem ser interpretadas no gráfico e como resultado, como pode ser observado na Figura 19.

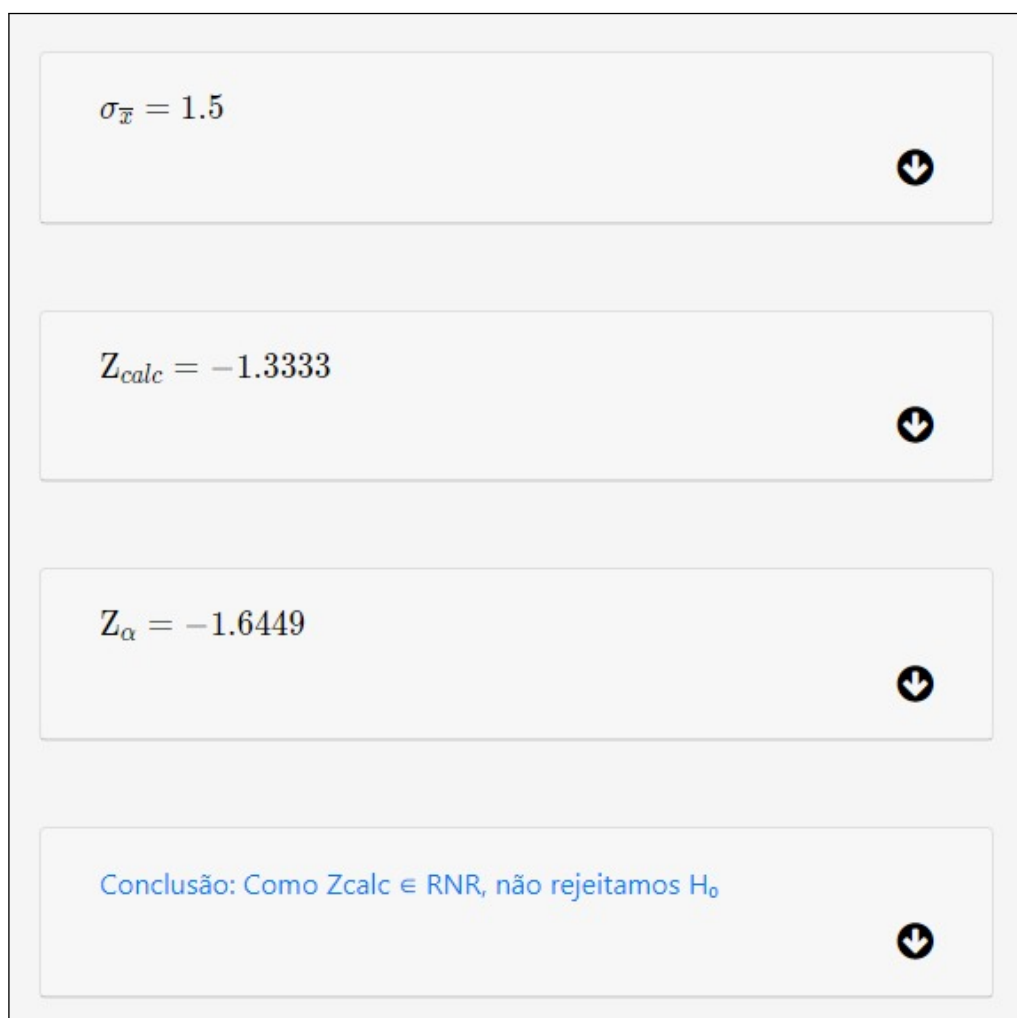


Figura 19. Resultado

3.3.8. Exibição do passo a passo

A seção de passo a passo do *software* desempenha um papel crucial no esclarecimento do processo dos testes de hipóteses. Ela é projetada para fornecer aos usuários uma visão detalhada de todas as etapas envolvidas, permitindo uma compreensão aprofundada e uma análise mais completa dos resultados obtidos.

Inicialmente, é apresentada uma fórmula geral que abrange todos os diferentes cálculos envolvidos no teste de hipóteses. Esta fórmula pode incluir termos como média amostral, média testada, desvio padrão e outras variáveis relevantes, dependendo da variável em questão. Na etapa seguinte, os valores específicos são substituídos na fórmula geral para calcular o valor correspondente. Uma vez que os valores são feitos, a seção fornece uma análise detalhada dos resultados obtidos, juntamente com uma interpretação significativa dos mesmos, conforme Figura 20.

$\sigma_{\bar{x}} = 9.0$

$Z_{calc} = -0.2222$

$Z_{calc} = \frac{\bar{x} - \mu_{H_0}}{\sigma_{\bar{x}}}$

$Z_{calc} = \frac{43.0 - 45}{9.0}$

$Z_{calc} = -0.2222$

Figura 20. Passo a Passo de Zcalc

4. Avaliação

O *software* foi utilizado e avaliado por alunos do ensino superior do IFSC - Câmpus Lages. O *software* foi avaliado por 20 alunos de Ciência da Computação do IFSC Campus Lages com o intuito de receber a opinião dos alunos e sugestões de melhoria, identificando possíveis ajustes. Os alunos testaram o *software* com um conjunto de dados e logo em seguida responderam a um questionário com uma série de perguntas sobre sua experiência. A cada pergunta, o aluno poderia escolher entre as opções “Ótimo”, “Bom”, “Regular”, “Ruim”, “Péssimo” ou “Não sei avaliar”.

Na primeira questão, foi perguntado se o *software* corrobora na aprendizagem do aluno em sala de aula, e no geral a experiência foi satisfatória, já que 80% dos estudantes considerou ótimo e 20% bom, conforme Figura 21.

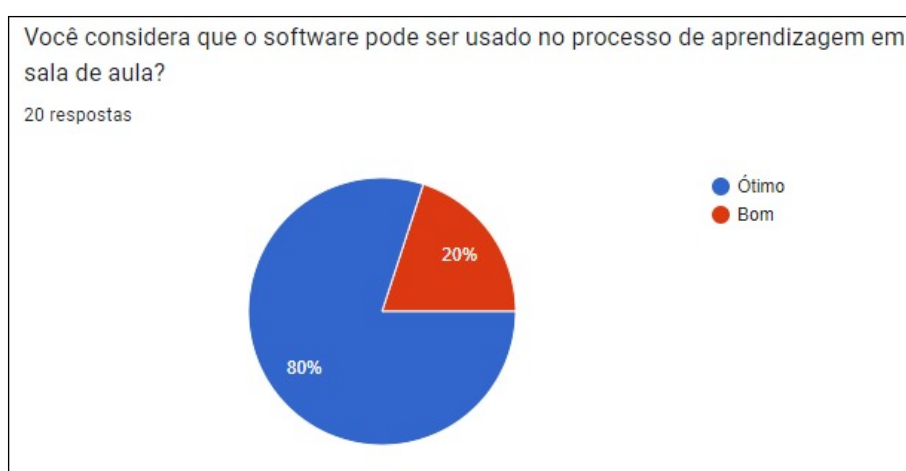


Figura 21. Proporção de alunos que consideram que o software corrobora na aprendizagem

Na segunda questão, foi perguntado se a notação matemática está de acordo com o que o professor usa em sala de aula. No geral a experiência foi satisfatória, já que 85% dos participantes afirmaram ser ótimo e 15% bom, conforme Figura 22.

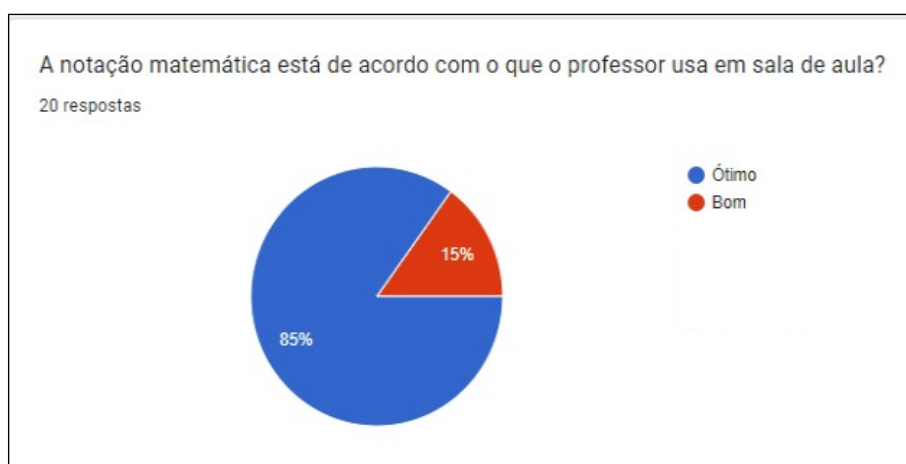


Figura 22. Proporção de alunos que consideram que a notação matemática está coerente com o que é passado em sala de aula

Na terceira questão, foi perguntado se a quantidade de informações na tela é adequada ao estudo do conteúdo. No geral a experiência foi satisfatória, já que 75% afirmou ser ótimo e 25% bom, conforme Figura 23.

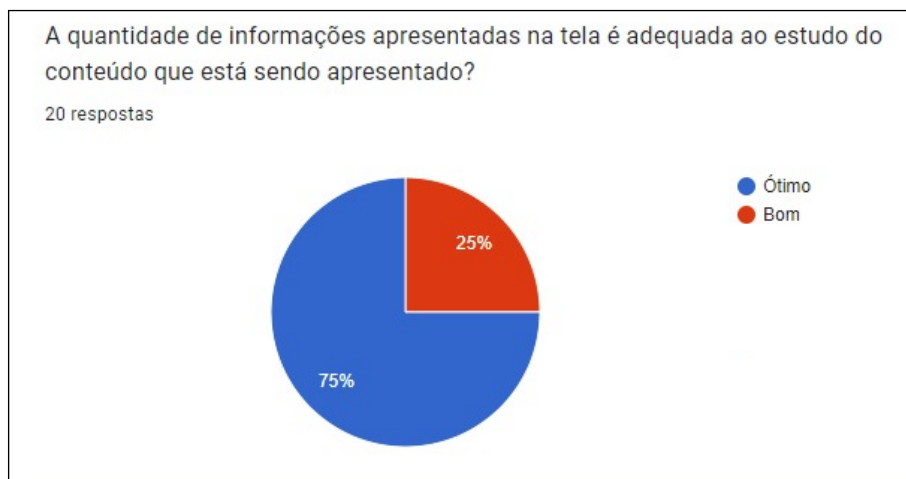


Figura 23. Proporção de alunos que consideram que a quantidade e informações na tela é coerente ao estudo do conteúdo

Na quarta questão, foi perguntado se a interface é amigável e adequada ao estudo dos conteúdos. Com base nos resultados desta questão, é possível concluir que a interface da plataforma é, em geral, bem avaliada pelos usuários. No entanto, é importante ficar atento a algumas melhorias que podem ser feitas para tornar a interface ainda mais amigável e adequada ao estudo dos conteúdos. Os resultados obtidos em relação à interface podem ser visualizados na Figura 24.

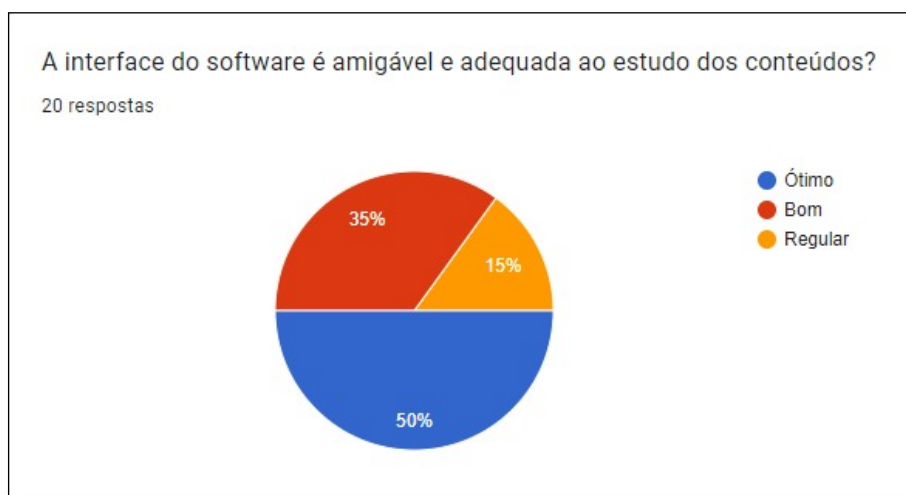


Figura 24. Proporção de alunos que consideram que a interface do software é amigável e adequada aos estudos

Na quinta questão, foi perguntado se os gráficos gerados dos resultados estão adequados e de fácil entendimento. No geral a experiência foi satisfatória, já que 80% considerou ótimo e 20% bom, conforme Figura 25.

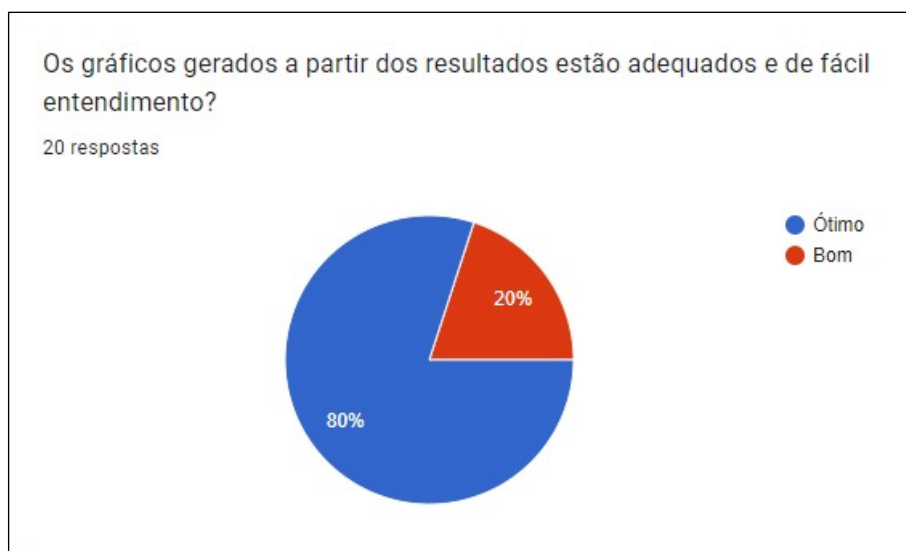


Figura 25. Proporção de alunos que consideram que os gráficos gerados estão adequados e de fácil compreensão

Na sexta questão foi perguntado se os dados no passo a passo são de fácil entendimento. No geral a experiência foi satisfatória, já que, conforme Figura 26, 85% afirmou ser ótimo e 15% bom.

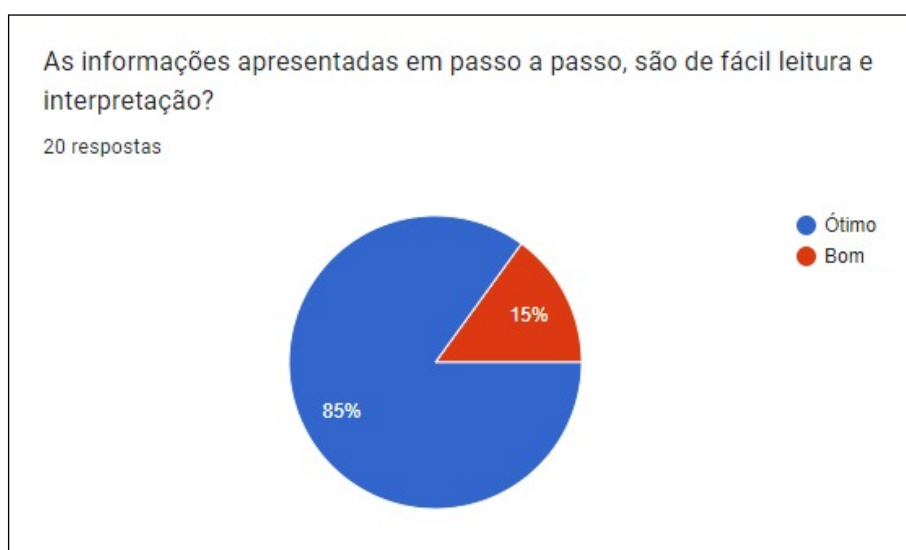


Figura 26. Proporção de alunos que consideram que os gráficos gerados estão adequados e de fácil compreensão

Por fim, foi disponibilizada uma seção para respostas abertas, com o objetivo de recolher comentários, críticas e sugestões dos alunos. Destas respostas, destacam-se as sugestões de responsividade e disponibilidade para o uso do *software* no celular.

5. Conclusão

Este estudo teve como objetivo desenvolver um *software* para fazer testes de hipóteses para a média de populações normais com variâncias conhecidas, desconhecidas e teste de hipóteses para proporção. O *software* foi desenvolvido utilizando a linguagem *TypeScript*, o *framework* *Angular* e a biblioteca *Highcharts*.

Os resultados da pesquisa mostraram que o *software* é capaz de realizar os testes de hipóteses de forma correta e eficiente. O *software* é capaz de calcular as variáveis necessárias e além disso, gerar gráficos interativos para representar as distribuições de probabilidade dos dados e resultados dos testes. Além disso, o *software* apresenta detalhadamente o passo a passo de como foi calculado o valor de cada variável.

O *software* pode ser utilizado por pesquisadores, estudantes e profissionais que precisam realizar testes de hipóteses para a média de populações normais com variâncias conhecidas, testes de hipóteses para a média de populações normais com variâncias desconhecidas e testes de hipóteses para proporções. O *software* é uma ferramenta útil que pode ajudar a facilitar e agilizar o processo de realização de testes de hipóteses.

A partir da avaliação do *software* pode-se verificar a eficiência do mesmo, tanto na realização dos testes quanto no seu uso em sala de aula, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem, demonstrando assim que atingiu os objetivos propostos.

Para futuras pesquisas, sugere-se que o *software* seja avaliado com um conjunto de dados mais amplo, que seja adaptado para realizar outros tipos de testes de hipóteses e adaptado para *mobile*. Além disso também pode-se estudar a possibilidade do uso da Inteligência Artificial para auxiliar na interpretação dos tipos de testes de hipóteses para posterior resolução.

Referências

- Abranjo, A. G., Vieira, D. A., Karsburg, V. G., e Silva, J. D. P. d. (2020). Desenvolvimento de um software para o estudo de estatística descritiva.
- Avila, A. J., Junior, E. G. d. O., Neto, W. C. B. N., e Durigon, A. (2018). Sistema especialista para o ensino- aprendizagem de expressões algébricas.
- Barbetta, P. A., Reis, M. M., e Bornia, A. C. (2010). *Estatística: Para cursos de Engenharia e Informática*. Editora Atlas S.A.
- Barbosa, M. d. O. (2014). Interferência da tecnologia na educação superior: importância crescente do ensino a distância na difusão do conhecimento. *Revista EDaPECI*, 14(1):55–76.
- Ben-Zvi, D., Garfield, J. B., et al. (2004). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*. Springer.
- Borba, M. C. (2012). Humans-with-media and continuing education for mathematics teachers in online environments. *ZDM*, 44:801–814.
- Borba, M. d. C., da Silva, R. S. R., e Gadani, G. (2014). *Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento*. Autêntica Editora.
- Borba, M. d. C. e M. E. (2005). *Humanos com Meios e a Reorganização do Pensamento Matemático*. Autêntica Editora.
- Brito, A. P. G., Oliveira, G. S. d., e Silva, B. A. d. (2018). A importância da pesquisa bibliográfica no desenvolvimento de pesquisas qualitativas na Área de Educação. *Educação em Foco*, 1(1):1–15.

- Campos, C. R., Wodewotzki, M. L. L., e Jacobini, O. R. (2011). *Educação Estatística: teoria e prática em ambientes de modelagem matemática*. Autêntica Editora.
- Cruz, A. M. S. d. C. (2013). *Erros e dificuldades de alunos de 1.º ciclo na representação de dados estatísticos*. PhD thesis.
- Durigon, A., MADRUGA, I., AVILA, A., OLIVEIRA JUNIOR, E., GIRARDI, G., Klann, V., e Souza, W. (2019). Ifmath—um software para o ensino e aprendizagem de matemática da educação básica. *Informática na Educação e suas Tecnologias*. Atena Editora, pages 65–71.
- Emmanuel, O. (2017). Bootstrap 4: Tudo o que você precisa saber. *Medium*.
- Gal, I. (2002). Adults’ statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International statistical review*, 70(1):1–25.
- GeoGebra (2023). Sobre o geogebra. Disponível em: <https://www.geogebra.org/about>. Acesso em: 15 de maio de 2023.
- IBM (2023). Sobre o spss. Disponível em: <http://www.spss.com.hk/corpinfo/history.htm>. Acesso em: 15 de maio de 2022.
- Lobo, A. S. M. e Maia, L. C. G. (2015). O uso das tics como ferramenta de ensino-aprendizagem no ensino superior. *Caderno de Geografia*, 25(44):16–26.
- Losif, M. (2023). Introdução ao angular 6.0: um guia para iniciantes. *Medium*.
- Madruga, I. C. T., Godoi, F. A., Durigon, A., e Junior, V. H. (2018). Desenvolvimento de uma ferramenta para o estudo de geometria plana.
- Montgomery, D. C., Runger, G. C., e Hubele, N. F. (2013). *Estatística Aplicada à Engenharia*. LTC.
- Pressman, R. S. e Maxim, B. R. (2021). *Engenharia de Software*. AMGH Editora Ltda.
- R (2023). O que é o r. Disponível em: <https://www.r-project.org/about.html>. Acesso em: 15 de maio de 2023.
- Santos, A. A. d. et al. (2019). A construção do letramento estatístico em estratégias com o uso de tecnologias digitais em aulas de estatística de cursos de graduação.
- Silva, C. C. S. C. d. e Teixeira, C. M. d. S. (2020). O uso das tecnologias na educação: os desafios frente à pandemia da covid-19. *Brazilian Journal of Development*, 6(9):70070–70079.
- Silva, T. C., da Silva, K., e Coelho, M. A. P. (2016). O uso da tecnologia da informação e comunicação na educação básica. In *Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online*, volume 5.
- Silveira, M. E. R. d., Boll, D. C. C., Matozinho, F. L., Negrizoli, I. F., Vanzin, L., Camara, M. K., Ismael, M. N., da Silva Alcantara, R. A., e Oyamada, M. S. (2021). Classificação por matérias das questões do enade e poscomp. *Revista ComInG-Communications and Innovations Gazette*, 5(2):9–19.
- Tavares, R. D. F. (2017). Desenvolvimento de um objeto de aprendizagem em forma de aplicativo para o ensino de estatística descritiva. B.S. thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Yunxia, Z. (2017). Aplicação do framework bootstrap no desenvolvimento de sites.
- Zanella, L. C. H. (2013). Metodologia de pesquisa. In *Universidade Federal de Santa Catarina*.