

**Aplicações web interativas em *R Shiny* para o ensino de
estatística na modalidade a distância**

Autora: Bruna Martini Dalmoro

Orientadora: Professora Dra. Lisiane Priscila Roldão Selau

Porto Alegre, 21 de dezembro de 2017.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Matemática e Estatística
Departamento de Estatística

**Aplicações web interativas em *R Shiny* para o ensino de
estatística na modalidade a distância**

Bruna Martini Dalmoro

Monografia apresentada para obtenção
do grau de Bacharela em Estatística.

Banca Examinadora:
Professora Dra. Lisiane Priscila Roldão Selau
Professora Dra. Luciana Neves Nunes

Porto Alegre, 21 de dezembro de 2017.

Dedico este trabalho aos meus pais, Dilvo e Lourdes, e à memória de minha dinda Valdeane.

Agradecimentos

À minha querida orientadora, Lisiane Selau, pela ajuda desde o momento da decisão do tema, por me incentivar e ser minha guia durante este ano de 2017, que foi especial para nós duas. Agradeço, principalmente, por ser uma grande inspiração para minha vida e por fazer com que eu ame cada vez mais a Estatística.

Ao meu companheiro, Guilherme Mansson, por ter me acompanhado nesta longa jornada, sempre se mostrando paciente, atencioso e me ajudando a acreditar em meu potencial.

Aos meus pais, Dilvo e Lourdes e à minha irmã Júlia, por serem o porto seguro da minha vida, sempre acreditando em mim e me incentivando a conquistar meus sonhos sendo sempre o melhor de mim.

À minha tia, Marilce Martini, que abriu as portas de sua casa para me receber e que muito me ensinou e orientou, principalmente nos meus primeiros e mais difíceis anos da graduação.

À CEUFRGS, que em todos estes anos foi um lar, onde pude conhecer muitas pessoas e aprender muito sobre convivência e vivência de uma maneira que só esta experiência poderia me proporcionar. Estes anos foram muito importantes para formar a pessoa que sou.

Aos demais professores do Departamento de Estatística de UFRGS, que sempre foram atenciosos e generosos em compartilhar conosco seu conhecimento e experiência.

Aos colegas que encontrei durante minha graduação, por todos os grupos de estudos, trocas de ideias e experiências, além dos momentos de descontração, que são muito importantes para conseguirmos seguir este caminho. Ao DAEMA, que, muito mais que jogos e risadas, trouxe apoio e vivências muito importantes, tanto sobre a vida acadêmica quanto além dela.

E, por fim, à minha madrinha Valdeane, que mesmo tendo partido antes de minha graduação, sempre esteve presente em cada momento. Muito do que sou, do que acredito e do que amo tem influência dela, uma das pessoas mais incríveis que tive a oportunidade de conhecer.

“São nossas escolhas que revelam quem realmente somos, muito mais do que as nossas qualidades.”

(Alvo Dumbledore)

Resumo

A Educação a Distância (EAD) vem ganhando novos adeptos, possibilitando novas formas de ensino-aprendizagem, sem barreiras de tempo e distância, aperfeiçoando e adotando várias tecnologias. A tecnologia aplicada à educação é uma das principais ferramentas que estimulam uma participação ativa do aluno no aprendizado. O estudante deixa de ser apenas o receptor de informações e começa a interagir com o conteúdo e, principalmente, toma a iniciativa de aprender. As tecnologias podem ser utilizadas não só para facilitar a aplicação de ferramentas estatísticas, mas também no processo de ensino-aprendizagem, o que têm mudado rapidamente a forma de ensinar estatística. As disciplinas de estatística são parte integrante de grande parte dos cursos de graduação da UFRGS e têm por objetivo instrumentalizar o aluno a ler de forma quantitativa o seu cotidiano, servindo de ferramenta para o auxílio em pesquisas em todas as áreas de conhecimento. A disciplina de Probabilidade e Estatística é oferecida para 34 cursos de graduação da UFRGS na área de ciências exatas, sendo ofertada também na modalidade EAD. A disciplina é dividida em três grandes áreas: Descritiva, Probabilidade e Inferência. Tendo isso em mente, o objetivo deste trabalho é apresentar objetos de aprendizagem, em forma de aplicações web, que abranjam essas três áreas da disciplina. Estes objetos de aprendizagem permitirão aos alunos interagir com os conceitos aprendidos na disciplina e, assim, melhor assimilá-los. Cada um dos aplicativos desenvolvidos permite, através da interatividade, que o aluno compreenda a influência dos dados nos resultados das análises, podendo simular os valores de entrada e observar sua interação nos resultados obtidos. Os aplicativos foram desenvolvidos em *Shiny*, uma estrutura de aplicação web para a linguagem R, estão disponíveis para acesso on-line e visam enriquecer o material da disciplina e, possivelmente, integrar o material de outras disciplinas de ensino de estatística.

Palavras-chave: Ensino a distância, *Software R*, *Shiny*, Aprendizagem, Interatividade.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	8
2. DISCIPLINA DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA NA UFRGS	9
3. MÉTODO	10
3.1. Software R, RStudio e Shiny	10
3.2. Construção dos aplicativos	11
3.2.1. Gráficos e Descritivas	12
3.2.2. Teorema Central do Limite	13
3.2.3. Testes de Hipóteses	14
3.3. Avaliação dos aplicativos	15
4. RESULTADOS	16
4.1. Gráficos e Descritivas	16
4.2. Teorema Central do Limite	21
4.3. Testes de Hipóteses	24
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
6. REFERÊNCIAS	28
ANEXO 1	30

1. INTRODUÇÃO

Com a chegada das novas tecnologias, a educação tradicional precisa passar por certas mudanças para contextualizar com a nova realidade social. As tecnologias de informação e comunicação (TIC) trazem uma nova forma de interagir com o conhecimento e, conseqüentemente, de aprender (GUIMARÃES, 2016).

O uso da tecnologia propicia a construção de materiais interativos que combinem hipertextos, aplicações multimídia, simulações, entre outros, acessados por estudantes dentro de um contexto que poderia ser denominado de atitude de aprendizado. A combinação de mídias, a imediata difusão de conteúdo e, principalmente, a interatividade são as grandes vantagens que as novas tecnologias oferecem à educação. O estudante deixa de ser apenas o receptor de informações e começa a interagir com o conteúdo e, principalmente, toma a iniciativa de aprender (VELLEMAN; MOORE, 1996).

De acordo com Moran (2011), a Educação a Distância (EAD) vem se destacando como estratégia de ensino, ficando cada vez mais complexa e crescendo em todos os campos. Uma das mudanças perceptíveis na EAD é a produção de material predominantemente digital de todos os tipos. Assim, o desenvolvimento de material online de qualidade é um ponto importante para a condução da EAD. Pan (2003) aponta que as tecnologias computacionais têm mudado rapidamente a forma de se ensinar Estatística. A utilização das tecnologias possui como ponto forte o envolvimento do aprendiz em seu próprio processo de aprendizagem, gerando automotivação ao estudo. Os recursos computacionais são imprescindíveis ao ensino da estatística, pois, além de facilitar o uso de ferramentas estatísticas, os alunos podem pôr em prática a teoria apresentada pela disciplina, trazendo tudo isso para dentro de um contexto real e, assim, assimilando de maneira mais profunda os conceitos aprendidos.

Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), as disciplinas de estatística são parte integrante de grande parte dos cursos de graduação. A disciplina de Probabilidade e Estatística da UFRGS é oferecida para 34 cursos de graduação na área de ciências exatas, sendo ofertada também na modalidade EAD. A disciplina é dividida em três grandes áreas: Descritiva, Probabilidade e Inferência.

Velleman e Moore (1996) ressaltam que as tecnologias podem ser utilizadas não só para facilitar a aplicação de ferramentas estatísticas, mas também no processo de ensino-aprendizagem da disciplina. Neste sentido, o objetivo deste estudo é propor, desenvolver e aplicar objetos de aprendizagem, em forma de aplicações web, que abranjam as três áreas da disciplina (Descritiva, Probabilidade e Inferência). Estes

objetos de aprendizagem permitirão aos alunos interagir com os conceitos aprendidos na disciplina e, assim, melhor assimilá-los. Cada um dos aplicativos desenvolvidos permite, através da interatividade, que o aluno compreenda a influência dos dados nos resultados das análises, podendo simular os valores de entrada e observar sua interação nos resultados obtidos.

Este trabalho está estruturado em 5 seções. Como primeira seção, a introdução contextualiza o trabalho, falando sobre o ensino a distância, como as tecnologias entram nesse processo de aprendizagem e como essas tecnologias têm papel importante no ensino de estatística a distância. A segunda seção apresenta a disciplina de Probabilidade e Estatística na modalidade a distância da UFRGS, quais seus objetivos e como está estruturada atualmente. Na terceira seção são apresentados os métodos e *software* utilizados para a construção de cada aplicativo. A quarta seção traz o resultado da construção dos aplicativos e a avaliação dos alunos após a utilização. E, por fim, a quinta seção traz as considerações finais deste trabalho, bem como a sugestão de continuação em trabalhos futuros.

2. DISCIPLINA DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA NA UFRGS

A disciplina de Probabilidade e Estatística da UFRGS está presente no currículo de 34 cursos de graduação na área de ciências exatas. Tem por objetivo principal instrumentalizar o aluno para proporcionar o letramento estatístico e serve também de ferramenta para o auxílio em pesquisas nas diversas áreas de conhecimento.

Esta disciplina tem um papel fundamental na formação dos alunos, pois mostra problemas práticos em suas áreas de atuação, inserindo os alunos em pequenos projetos de pesquisa e mostrando-lhes a necessidade do uso de técnicas estatísticas. As aulas apresentam conceitos teóricos que são sempre contextualizados com exemplos práticos aplicados em diversas áreas, para que o aluno traga a estatística para dentro da realidade de sua formação em seu curso de graduação.

Sua súmula apresenta os seguintes conteúdos, inseridos dentro de três grandes áreas: “Estatística descritiva; Probabilidade: conceito e teoremas fundamentais; Variáveis aleatórias; Distribuições de probabilidade; Noções de amostragem; Inferência estatística: teoria da estimação e testes de hipóteses; Regressão linear simples; Correlação.”

No primeiro semestre de 2015 foi ofertada a primeira turma de Probabilidade e Estatística na modalidade EAD na UFRGS, seguindo com a oferta nos semestres

seguintes e ampliando para duas turmas no primeiro semestre de 2017 e três turmas no segundo semestre deste ano, com cerca de 60 alunos em cada turma, devido à grande procura.

A disciplina utiliza o ambiente de aprendizagem Moodle, sistema onde é possível criar plataformas de aprendizagem personalizadas em ambiente virtual (MOODLE, 2017). O Moodle Institucional da UFRGS é utilizado para interações entre alunos e professor e como acervo de material didático, atualmente constituído por vídeo aulas, slides das aulas, apostila texto, listas de exercícios, além de provas simuladas.

Pensando em complementar o material da disciplina, este trabalho propõe, desenvolve e aplica objetos de aprendizagem interativos que abrangem as três grandes áreas que compõem o conteúdo da disciplina: Descritiva, Probabilidade e Inferência.

3. MÉTODO

3.1. Software R, RStudio e Shiny

R é uma linguagem de programação e ambiente estatístico para análise de dados e produção de gráficos. Foi criada no início dos anos 1990 por Robert Gentleman e Ross Ihaka, professores da Universidade de Auckland, na Nova Zelândia, derivada da linguagem S, com intuito de criar um *software* livre e gratuito para ensino de estatística aos seus alunos (R CORE TEAM, 2017).

Atualmente é amplamente utilizado na comunidade estatística mundial por conter uma imensa gama de funções e pacotes disponíveis, abrangendo grande parte das técnicas estatísticas e ferramentas de análise e manipulação de dados conhecidos. Sua popularidade também se dá por ser um *software* livre, multiplataforma e *open source*.

O *RStudio* é um ambiente de desenvolvimento integrado *open source*, desenvolvido para o R para facilitar o desenvolvimento dos códigos (RSTUDIO TEAM, 2015). Também contribui com a criação de novos pacotes, como os pacotes utilizados neste trabalho, o *shiny* e o *ggplot2*.

O pacote *Shiny* é um *framework* de aplicações web para o R. Com ele, é possível criar aplicações interativas no R de maneira fácil e intuitiva, sem precisar ter conhecimento de nenhuma outra linguagem de programação (CHANG, 2017).

A estrutura de um aplicativo *Shiny* possui dois componentes, um deles constrói a interface do usuário (o *ui*) e o outro faz as análises e gráficos estatísticos (o *server*).

As aplicações são interativas, ou seja, o usuário pode modificar as entradas de dados na interface de usuário e automaticamente as saídas são atualizadas.

O *Shiny* é multiplataforma e suas aplicações podem ser executadas localmente através do *RStudio* ou em um servidor *online*, acessando o aplicativo através de um navegador *web* por qualquer dispositivo com acesso à internet, sem precisar ter instalado o R, *RStudio* ou *Shiny* em seu computador.

Os aplicativos construídos neste trabalho estão disponibilizados *online*, no servidor do *RStudio* para aplicativos *Shiny*, o *Shinyapps*. Assim, os alunos poderão acessar os aplicativos de qualquer lugar, a qualquer momento, sem ser necessário qualquer configuração, podendo imediatamente interagir com o aplicativo através do *link* compartilhado pelo professor.

3.2. Construção dos aplicativos

Nas subseções seguintes será apresentada como foi feita a construção dos aplicativos em R. Todos os aplicativos foram construídos usando o *Software R* versão 3.4.1, o *RStudio* versão 1.1.383 e o pacote *Shiny* versão 1.0.5.

Os gráficos dos aplicativos foram construídos utilizando o pacote de visualização gráfica *ggplot2* versão 2.2.1. O *ggplot2* é um pacote gráfico do R criado por Wickham em 2009, baseado no *Grammar of Graphics* (WILKINSON, 1999), que é um sistema de regras para criação de gráficos através da combinação de declarações. O principal objetivo do pacote *ggplot2* é tornar simples a produção de gráficos complexos com múltiplas camadas (WICKHAN, 2009).

Também são utilizados os pacotes *shinyBS* versão 0.61 (BAILEY, 2015) e *shinythemes* versão 1.1.1 (CHANG, 2016), que contêm componentes do *Bootstrap* para o *Shiny*. O *Bootstrap*, desenvolvido pelo *Twitter*, contém elementos de CSS e *JavaScript* (TWITTER, 2012) que através do pacote *shinyBS* são simples de utilizar dentro do código R. Nos aplicativos estes pacotes foram utilizados para alterar a aparência, como tipografia, cores e ícones apresentados.

Os códigos completos de todos os aplicativos podem ser encontrados disponíveis *online* no repositório do *Github*¹, plataforma de hospedagem e compartilhamento de códigos e projetos de programação *online* (GITHUB, 2017).

¹ Disponível em <https://github.com/brunamdalmoro/Aplicativos_Prob_Estatistica>.

3.2.1. Gráficos e Descritivas

O primeiro aplicativo tem como objetivo contemplar a primeira área da disciplina de Probabilidade e Estatística: a Estatística Descritiva.

A ideia é que os alunos possam visualizar gráficos e medidas descritivas de variáveis de banco de dados já disponibilizados no aplicativo. Para isso foram utilizados bancos de dados disponíveis em dois pacotes do R: “*AirCrash*” e “*Titanicp*” do pacote *vcdExtra* (FRIENDLY, 2017), e “*mtcars*” e “*WWWusage*” do pacote *datasets* (R CORE TEAM, 2017).

De acordo com os tipos das variáveis presentes no banco de dados escolhido, uma lista de opções gráficas é oferecida. Os gráficos oferecidos são: gráfico de barras ou colunas; gráfico de setores; gráfico de linhas; histograma; e boxplot (WONG, 2014).

Além disso, outra aba do aplicativo fornece as medidas descritivas de cada variável do banco de dados selecionado, conforme código apresentado abaixo. Quando a variável é categórica, uma tabela de frequências é apresentada. Para variáveis numéricas, algumas medidas são apresentadas: em medidas de localização (ou posição ou tendência central) são apresentadas média, mediana e moda; em medidas separatrizes todos os quartis são apresentados, além dos valores mínimo e máximo; em medidas de variação (ou dispersão) são apresentadas amplitude interquartílica, amplitude total, variância e desvio padrão; e, por fim, em medidas de formato são apresentadas assimetria e curtose (BUSSAB, 2017). Todas estas medidas descritivas e gráficos estão planejados para serem abordados na primeira área da disciplina de Probabilidade e Estatística.

O código utilizado na construção das tabelas de frequências e medidas descritivas, é apresentado na sequência.

```
var <- dtset()[,input$vardescr]
tipovar <- class(var)
if(tipovar %in% c('factor','character')){
  tt <- as.data.frame(summary(var))
  t(tt)
} else if(tipovar %in% c('numeric','double','integer','ts')){
  data.frame("Média" = mean(var, na.rm = T),
            "Moda" = as.numeric(statmod(var)),
            "Mediana" = median(var, na.rm = T))
}

if(tipovar %in% c('numeric','double','integer','ts')){
  data.frame("Mínimo" = min(var, na.rm = T),
            "Quartil 1" = quantile(var, 0.25, na.rm = T),
```

```

    "Mediana Q2" = median(var, na.rm = T),
    "Quartil 3" = quantile(var, 0.75, na.rm = T),
    "Máximo" = max(var, na.rm = T))
}

if(tipovar %in% c('numeric','double','integer','ts')){
  data.frame("Amplitude interquartílica" = IQR(var, na.rm = T),
    "Amplitude total" = max(var, na.rm = T)-min(var, na.rm = T),
    "Variância" = var(var, na.rm = T),
    "Desvio Padrão" = sd(var, na.rm = T))
}

if(tipovar %in% c('numeric','double','integer','ts')){
  data.frame("Assimetria" = skewness(var, na.rm = T),
    "Curtose" = kurtosis(var, na.rm = T))
}

```

Onde “*input*” é o banco de dados de entradas definidas pelo usuário, “*dtset()*” é o banco de dados escolhido pelo usuário e “*vardescr*” é a variável selecionada para exibir as medidas descritivas. A função *kurtosis*, que calcula a curtose, é uma função do pacote *e1071*, que foi utilizado na versão 1.6-8.

3.2.2. Teorema Central do Limite

Este aplicativo apresenta aos alunos uma visão tanto de distribuições de probabilidade, quanto a distribuição amostral das médias amostrais através do Teorema Central do Limite (TCL).

O Teorema Central do Limite é visto pelos alunos da disciplina como conteúdo introdutório aos conceitos de intervalos de confiança e testes de hipóteses. A inclusão deste conteúdo no aplicativo é a proposta de que seja assimilada pelos alunos a ideia de que as amostras e suas medidas (no caso específico, a média) são aleatórias, e o que se esperar do seu comportamento probabilístico, necessário para o entendimento dos conteúdos da Inferência Estatística (FISCHER, 2011).

O aluno pode optar pela distribuição de probabilidade dos dados, seus parâmetros, o tamanho de amostra e números de amostras de tamanho n que serão sorteadas. As distribuições de probabilidade disponíveis são – Binomial, Poisson, Uniforme, Exponencial, Normal, t-Student, Qui-quadrado e F-Snedecor – que são as distribuições de probabilidade vistas na disciplina (MAGALHÃES, 2000).

As amostras são sorteadas através das funções do R específicas para gerar amostras aleatórias, onde são informados o(s) parâmetro(s) de cada distribuição e o tamanho da amostra, conforme o que foi especificado pelo aluno.

A partir das escolhas do usuário, um primeiro gráfico é exibido com a distribuição de uma das amostras sorteadas, sendo possível visualizar a aparência da distribuição de acordo com seus parâmetros. Na sequência é apresentado o gráfico da distribuição amostral das médias amostrais distribuídas seguindo os mesmos moldes gráficos da amostra do primeiro gráfico. Para este segundo gráfico são geradas N amostras de tamanho n , calculadas as médias e desvios padrão de cada uma delas, conforme código abaixo, e os valores são exibidos no gráfico, juntamente com a curva da distribuição normal, para comparação. Neste código exemplifica-se o uso da distribuição binomial para os dados.

```
bino.medias <- numeric(input$num.amostra)
for (i in 1:input$num.amostra) bino.medias[i] <- mean(rbinom(input$tam.amostra,
                                                         input$size.bin, input$prob.bin))

a <- round(mean(df.bino.medias$bino.medias),2)
b <- round(sd(df.bino.medias$bino.medias),2)
```

Onde “*input*” é o banco de dados de entradas definidas pelo usuário, *num.amostra* o número de amostras de tamanho n que serão geradas, “*tam.amostra*” o tamanho n de cada amostra, “*size.bin*” o parâmetro da binomial que representa o número de ensaios e “*prob.bin*” o parâmetro da binomial que representa a proporção de sucessos na amostra.

3.2.3. Testes de Hipóteses

O aplicativo que abrange a última área da disciplina tem como objetivo auxiliar os alunos na compreensão de testes de hipóteses. Nele, o aluno consegue configurar um teste de hipóteses para médias e visualizar os resultados no gráfico da distribuição de probabilidade para a estatística do teste (região crítica e valor calculado da estatística do teste) além de obter uma tabela apresentando os resultados, incluindo a decisão do teste, baseada no valor p (SPIEGEL, 2016).

Os possíveis testes que o aluno tem a possibilidade de configurar são seis:

1. Teste de hipóteses para uma média com variância conhecida;
2. Teste de hipóteses para uma média com variância desconhecida;
3. Teste de hipóteses para duas médias com amostras independentes com variâncias conhecidas;

4. Teste de hipóteses para duas médias com amostras independentes com variâncias desconhecidas supostas iguais;
5. Teste de hipóteses para duas médias com amostras independentes com variâncias desconhecidas supostas diferentes;
6. Teste de hipóteses para duas médias com amostras pareadas.

Além disso, o aluno pode definir se o teste será bilateral ou unilateral superior ou inferior, e escolher o alfa (nível de significância) para o qual o teste será realizado.

A tabela de resultados é obtida com o código abaixo, e apresenta o valor da estatística do teste (Z ou t), graus de liberdade (quando usado o teste t), o valor p e a decisão do teste. No código é exemplificada a aplicação de um teste de hipóteses para duas amostras independentes com variâncias desconhecidas supostas iguais.

```
t.teste.igual <- function(mu1, mu2, var1, var2, n1, n2){
  var <- (var1*(n1-1) + var2*(n2-1)) / ((n1-1) + (n2-1))
  teta.igual <- (mu1 - mu2) / sqrt( (1/n1 + 1/n2) * var )
  return(teta.igual)
}

ti <- t.teste.igual(input$mi1_2, input$mi2, input$varamo1_2, input$varamo2_2,
  input$namos1_2, input$namos2_2)
gl <- (input$namos1_2-1) + (input$namos2_2-1)
pv <- 2*pt(-abs(ti),gl)
res <- ifelse(pv <= input$alpha, "Rejeita H0", "Não rejeita H0")
```

Onde a função “t.teste.igual” calcula a estatística do teste t, “input” é o banco de dados de entradas definidas pelo usuário, “mi1_2” é a média da primeira amostra, “mi2” é a média da segunda amostra, “varamo1_2” é a variância da primeira amostra, “varamo2_2” é a variância da segunda amostra, “namos1_2” é o tamanho da primeira amostra, “namos2_2” é o tamanho da segunda amostra e “alpha” é o valor do nível de significância para qual o teste está sendo realizado.

3.3. Avaliação dos aplicativos

Logo após os conteúdos relacionados aos aplicativos terem sido abordados na disciplina, o *link* de cada aplicativo foi divulgado no Moodle aos alunos juntamente com um breve questionário de avaliação (ANEXO 1) do respectivo aplicativo, construído em Google Forms, onde foi solicitado que avaliassem alguns aspectos: se o aplicativo é de fácil compreensão; o que acharam sobre a usabilidade do aplicativo; compreensão do objetivo do aplicativo; se gostaram de utilizar o aplicativo; se o aplicativo ajudou a

compreender melhor o conteúdo; se indicariam o aplicativo a um colega que também fosse fazer esta disciplina; e quanto acham que aplicativos interativos contribuem para o aprendizado em disciplinas EAD. Além disso foi questionado o que mais gostaram, o que menos gostaram e sugestões de melhorias para o aplicativo.

4. RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os aplicativos disponíveis *online*, bem como as avaliações e comentários dos alunos após utilizarem os aplicativos.

4.1. Gráficos e Descritivas

O aplicativo de Gráficos e Descritivas² inicialmente possuía 3 telas diferentes: Dados, Gráficos e Medidas Descritivas.

Na primeira tela, o aluno pode escolher o banco de dados que irá utilizar para fazer os gráficos e calcular as medidas descritivas. Ao selecionar um dos bancos de dados, é possível visualizar as primeiras observações do banco de dados e uma breve descrição sobre os dados e quais as variáveis (Figura 1).

Gráficos e Descritivas | Dados | Gráficos | Medidas Descritivas | Sobre o App

Escolha um banco de dados:
AirCrash

Acidentes Aéreos
Dados de todos os acidentes de avião comerciais fatais de 1993 a 2015. Exclui aviões pequenos (menos de 6 passageiros) e aeronaves não comerciais (carga, militares, privadas).

Variáveis:
Fase: fase do voo (em rota, aterrissando, parado, decolando, desconhecido)
Causa: causa do acidente (criminoso, erro humano, mecânico, clima/tempo, desconhecido)
Data: data do acidente
Fatalidades: número de fatalidades

Mostrar 10 registros

Fase	Causa	Data	Fatalidades
pousando	criminoso	1993-09-21	27
pousando	criminoso	1993-09-22	108
pousando	criminoso	1996-11-23	125
pousando	criminoso	2002-05-07	112
pousando	desconhecido	1993-07-01	41
pousando	desconhecido	1993-07-31	19
pousando	desconhecido	1994-05-07	8
pousando	desconhecido	2000-01-13	22
pousando	desconhecido	2002-05-07	14
pousando	desconhecido	2004-02-10	43

Mostrando de 1 até 10 de 439 registros

Figura 1 – Tela de seleção dos dados no aplicativo de Gráficos e Descritivas

Quatro bancos de dados estão disponíveis. O banco de dados “AirCrash” contém dados de acidentes aéreos comerciais fatais que ocorreram entre 1993 e 2015. O banco de dados “mtcars” contém dados de consumo de combustível, design e

² Disponível em <<https://brunamdalmoro.shinyapps.io/Descritivas/>>.

desempenho de 32 automóveis modelos 1973-74. O banco de dados “Titanicp” contém dados sobre os passageiros do Titanic. E o banco de dados “WWWusage” é uma série temporal do número de usuários conectados à internet através de um servidor a cada minuto.

Após a escolha do banco de dados, o aluno pode ir para a próxima tela para construir os gráficos (Figura 2).

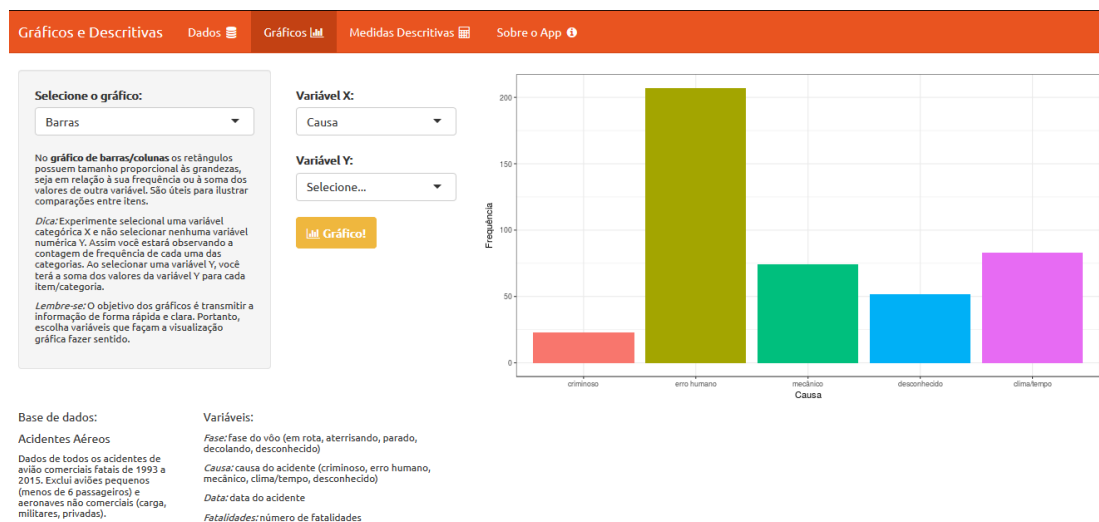


Figura 2 – Tela de geração de gráficos no aplicativo de Gráficos e Descritivas

De acordo com as variáveis do banco de dados escolhido, até cinco opções de gráficos serão oferecidas na segunda tela: gráfico de barras ou colunas; gráfico de setores; gráfico de linhas; histograma; e boxplot. Ao selecionar o gráfico, abaixo aparece uma descrição da utilização do gráfico escolhido e para que tipos de representações gráficas ele é normalmente utilizado. Ao lado é possível selecionar a variável X e a variável Y, que serão os respectivos eixos do gráfico. Ao clicar no botão “Gráfico!”, o gráfico será gerado ao lado. Exemplos de gráficos gerados, são apresentados nas Figuras 3 e 4.

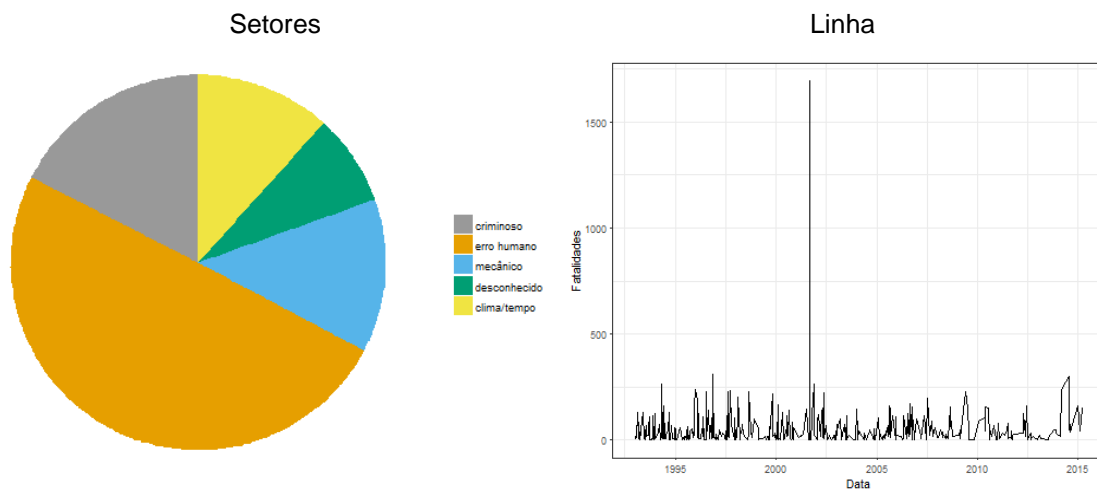


Figura 3 – Gráfico de setores e linha gerados pelo aplicativo de Gráficos e Descritivas

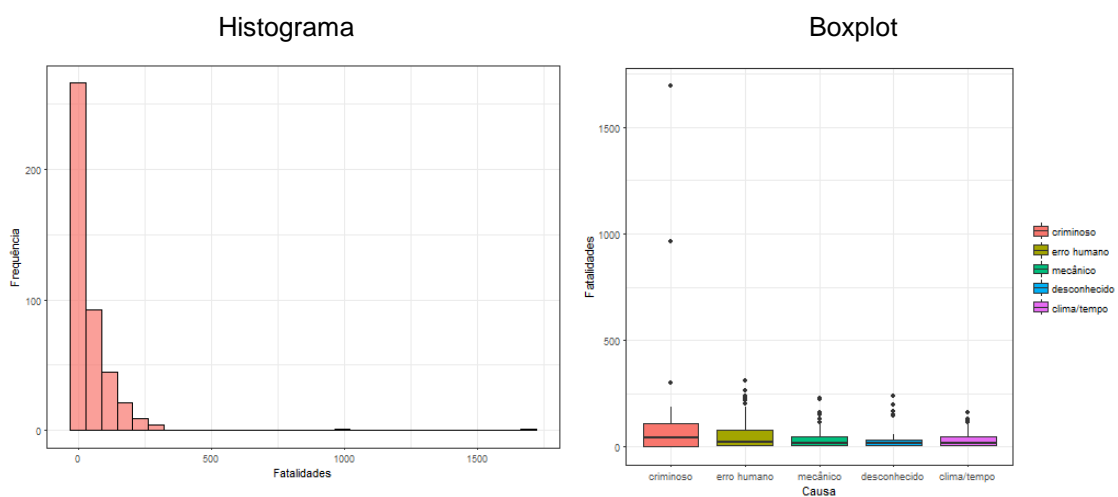


Figura 4 – Histograma e Box-plot gerados pelo aplicativo de Gráficos e Descritivas

Na terceira tela é possível observar as medidas descritivas das variáveis do banco de dados selecionado (Figura 5).

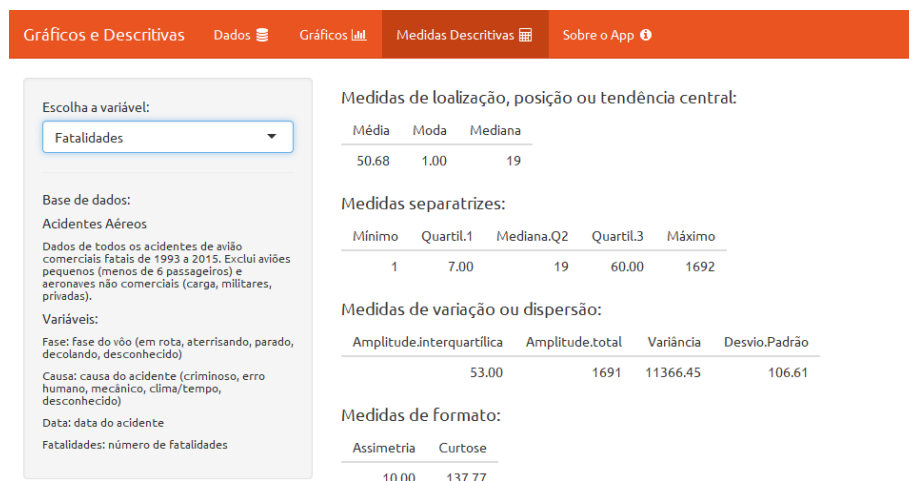


Figura 5 – Tela de medidas descritivas no aplicativo de Gráficos e Descritivas

Para variáveis numéricas são exibidas as medidas de localização, posição ou tendência central, medidas separatrizes, medidas de variação ou dispersão e medidas de formato. Para variáveis categóricas é apresentada a tabela de frequências, como pode ser observado em um exemplo na Figura 6. Caso o aluno selecione uma variável de datas a mensagem “Não aplicável a datas” aparece.



Figura 6 – Tabela de frequências no aplicativo de Gráficos e Descritivas

Ao longo de um mês os alunos testaram o aplicativo e 15 deles responderam as questões através do questionário de avaliação.

Na questão que avalia se o aplicativo é de fácil compreensão, 11 alunos (73,33%) avaliaram o aplicativo como de fácil ou muito fácil compreensão. Também 11 alunos disseram ter compreendido ou compreendido completamente o objetivo do aplicativo.

Sobre a usabilidade do aplicativo, 10 alunos (66,67%) disseram que a usabilidade do aplicativo é boa e os outros 5 alunos (33,33%) disseram achar que o nível de usabilidade do aplicativo é médio.

Observou-se também que 11 alunos (73,33%) disseram gostar ou gostar muito de usar o aplicativo, 10 (66,67%) disseram que o aplicativo ajudou ou ajudou muito a compreender melhor os conteúdos de gráficos e medidas descritivas da disciplina de Probabilidade e Estatística e 7 alunos (46,66%) recomendariam este aplicativo para algum colega que futuramente fosse cursar essa disciplina na graduação.

Quando questionados sobre o quanto acham que aplicativos interativos, como o aplicativo em questão, contribuem para o aprendizado em disciplinas na modalidade a distância, todos os 15 alunos acreditam que contribui ou contribui muito para o aprendizado.

Alguns pontos sinalizados pelos alunos como características que mais gostaram no aplicativo foram seu conteúdo em si, poder observar as relações entre as variáveis e entre os gráficos e as medidas descritivas, a velocidade de acesso a essas informações e a interatividade com o conteúdo.

Em contrapartida, alguns dos pontos que menos gostaram no aplicativo foram a aparência da interface e alguns termos dos bancos de dados estarem em inglês. Conseqüentemente, as sugestões de melhoria envolvem os pontos que os alunos menos gostaram. Foram sugeridas alterações na aparência da interface e tradução dos termos em inglês. Além disso, foi sugerido acrescentar mais informações sobre como utilizar o aplicativo, mais informações sobre os gráficos apresentados e adicionar mais bases de dados para utilização no aplicativo.

Observando as respostas dos alunos, algumas das alterações sugeridas foram feitas. A inclusão da tela “Sobre o App” (Figura 7) foi feita após a análise das avaliações, também foram traduzidos os nomes e categorias das variáveis dos bancos de dados, bem como a utilização do pacote “*shinythemes*” para alterar a aparência da interface e as informações sobre as variáveis do banco de dados em todas as abas do aplicativo.



Figura 7 – Tela “Sobre o App” do aplicativo de Gráficos e Descritivas

4.2. Teorema Central do Limite

O aplicativo sobre o Teorema Central do Limite (TCL)³ possui duas telas: Simulação e Sobre o App. A primeira tela do aplicativo exibe toda a geração de amostras aleatórias para a visualização do teorema central do limite bem como os gráficos das distribuições de probabilidade (Figura 8).

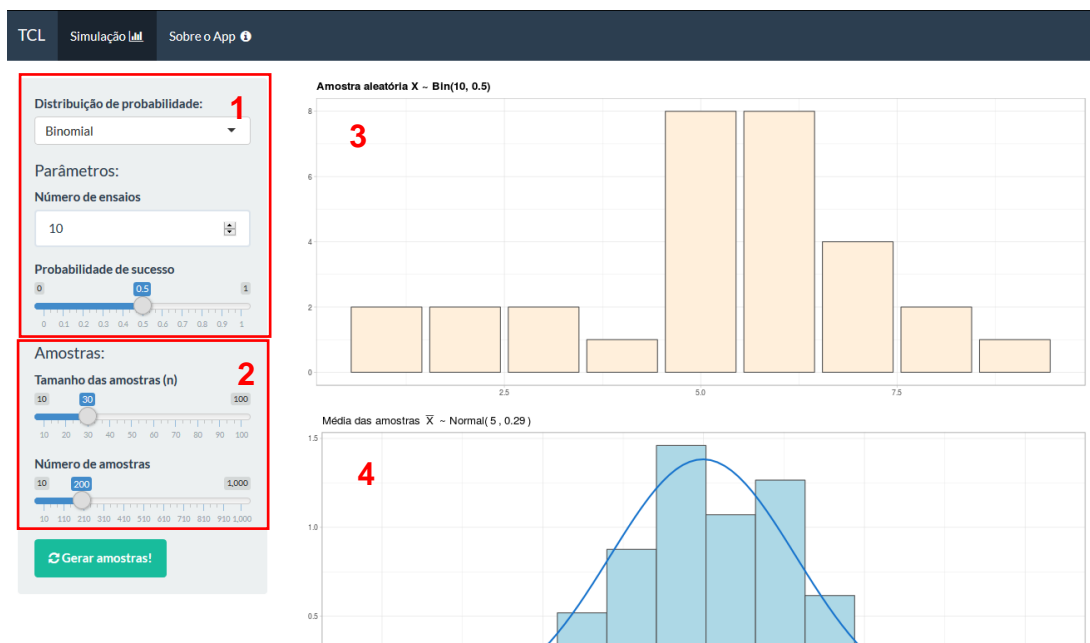


Figura 8 – Tela “Simulação” do aplicativo do Teorema Central do Limite

Inicialmente o aluno escolhe a distribuição de probabilidade para os dados, para a qual quer visualizar o formato e sortear as amostras para construir o gráfico das

³ Disponível em <https://brunamdalmoro.shinyapps.io/TCL_medias/>.

médias amostrais. As distribuições de probabilidade disponíveis são: Binomial, Poisson, Uniforme, Exponencial, Normal, t-Student, Qui-quadrado e F-Snedecor. Ao selecionar a distribuição, abaixo é possível definir os seus parâmetros (Figura 8-1). Em seguida é possível configurar as amostras aleatórias que serão geradas daquela distribuição, informando o tamanho de cada amostra e o número de amostras de tamanho n que serão sorteadas (Figura 8-2).

Ao clicar no botão “**Gerar amostras!**”, as amostras serão geradas conforme as configurações e dois gráficos serão exibidos. O primeiro exibe o gráfico de uma amostra aleatória da distribuição de probabilidade selecionada com os parâmetros definidos, para que seja possível observar seu formato (Figura 8-3). O segundo gráfico exibe o histograma da distribuição das médias das amostras juntamente com a curva da distribuição normal (Figura 8-4). Um exemplo para o segundo gráfico é apresentado na Figura 9.

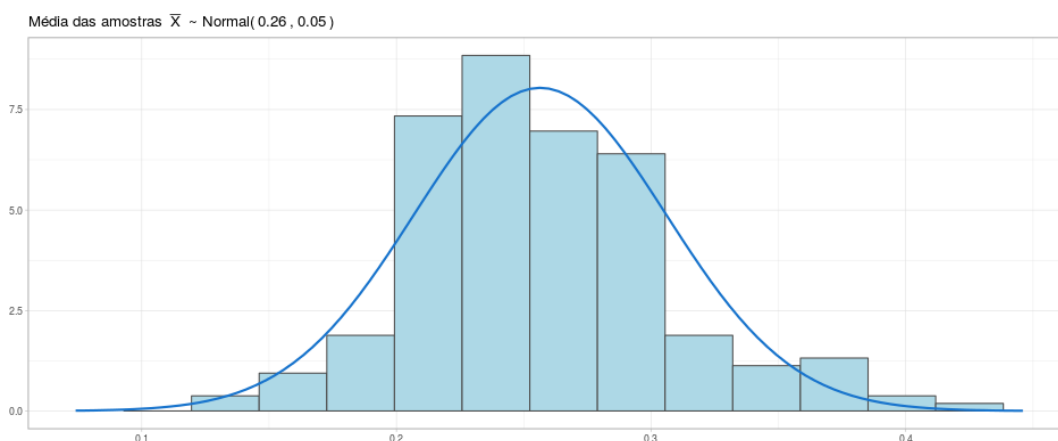


Figura 9 – Histograma das médias das amostras de uma Distribuição Exponencial(4) exibido pelo aplicativo de TCL

O aluno tem a liberdade de trocar as configurações a qualquer momento, ou apenas gerar novas amostras aleatórias clicando novamente no botão “**Gerar amostras!**”

A segunda tela do aplicativo exibe uma descrição do que é o Teorema Central do Limite e orientações sobre como usar o aplicativo, descrevendo o que cada um dos campos a ser preenchido representa, conforme apresentado na Figura 10.

O Teorema Central do Limite

Segundo o **Teorema Central do Limite**, se a população de onde foi extraída a amostra aleatória não tiver distribuição normal, então a distribuição amostral da média se aproximará da normal à medida que o tamanho da amostra cresce. Se a população de onde foi extraída a amostra aleatória tiver distribuição normal, então a distribuição amostral da média será normal.

Assim, a população de onde a variável foi extraída pode ter distribuição normal ou não, podendo inclusive ter distribuição de probabilidade discreta, mas se tomarmos várias amostras grandes desta população e fizermos um histograma das médias amostrais, a forma se parecerá como uma distribuição normal.

A ideia do aplicativo é conseguir observar graficamente este teorema, comparando a distribuição de probabilidade das médias com a distribuição de probabilidade da amostra.

Código no [GitHub](#).

Controles

Distribuição de probabilidade: Neste seletor você pode escolher de qual distribuição de probabilidade serão geradas amostras, ou seja, qual a distribuição de probabilidade da população;

Parâmetros: De acordo com a distribuição de probabilidade escolhida, você poderá definir os seus parâmetros logo abaixo, podendo também observar como os dados se comportam conforme os parâmetros são alterados;

Tamanho das amostras: Aqui você pode definir qual tamanho terá cada uma de suas amostras;

Número de amostras: E, por fim, poderá definir quantas amostras serão geradas a partir da distribuição escolhida para que sejam calculadas as médias.

Depois de definir os campos acima, clique em **Gerar amostras!** para que as amostras sejam sorteadas aleatoriamente e os gráficos sejam gerados.

Gráficos

O **primeiro gráfico** apresenta a distribuição de probabilidade das amostras aleatórias geradas. É um gráfico de barras (em caso discreto) ou histograma (em caso contínuo). Por exemplo, se nos controles você definiu que a distribuição de probabilidade é uma Exponencial, o parâmetro lambda é igual a 2 e as amostras têm tamanho 10, então o gráfico será um histograma de uma distribuição Exponencial(2) com tamanho de amostra $n = 10$.

O **segundo gráfico** apresenta a distribuição das médias amostrais em formato de histograma, junto à curva da distribuição normal. A distribuição das médias sempre será uma distribuição normal com média igual à média da média e desvio padrão igual ao desvio padrão das médias das amostras.

Interaga com as distribuições e seus parâmetros, experimente trocar os tamanhos de amostra e números de amostra gerados, e observe graficamente o que acontece. **Esse é o Teorema Central do Limite em ação!**

Figura 10 – Tela “Sobre o App” do aplicativo do Teorema Central do Limite

Após utilizarem o aplicativo, os alunos foram convidados a avaliá-lo através do questionário do Google Forms. Ao longo de um mês o questionário recebeu respostas de 11 alunos. Sobre a compreensão do aplicativo, os 11 alunos responderam que o aplicativo é de fácil ou muito fácil compreensão, e 10 alunos (90,91%) acreditam terem compreendido ou compreendido completamente o objetivo do aplicativo.

Ao avaliarem a usabilidade do aplicativo, 10 alunos consideraram a usabilidade boa ou ótima (90,91%) e também 10 alunos gostaram ou gostaram muito de utilizar o aplicativo. Dos 11 alunos, 9 disseram que o aplicativo ajudou ou ajudou muito (81,82%) a compreender melhor o conteúdo de Teorema Central do Limite, enquanto 2 alunos (18,18%) disseram que ajudou pouco.

Quando questionados sobre a contribuição que aplicativos interativos têm no aprendizado de disciplinas a distância, os 11 alunos responderam que contribui ou contribui muito, e 9 dos 11 alunos certamente ou provavelmente recomendariam este aplicativo para colegas que fossem fazer esta disciplina.

Os pontos que os alunos mais gostaram foram a característica interativa do aplicativo, a visualização gráfica da influência da alteração dos parâmetros e a facilidade de uso. Nenhum aluno apontou algo que não gostasse ou que gostaria que fosse alterado no aplicativo. Porém, seguindo a ideia dos alunos que avaliaram o primeiro aplicativo, também foram feitas alterações na aparência do aplicativo sobre o Teorema Central do Limite, utilizando o pacote “*shinythemes*”.

4.3. Testes de Hipóteses

O aplicativo de Testes de Hipóteses⁴ inicialmente possuía uma única tela onde era possível configurar o teste de hipóteses e visualizar os resultados (Figura 11).

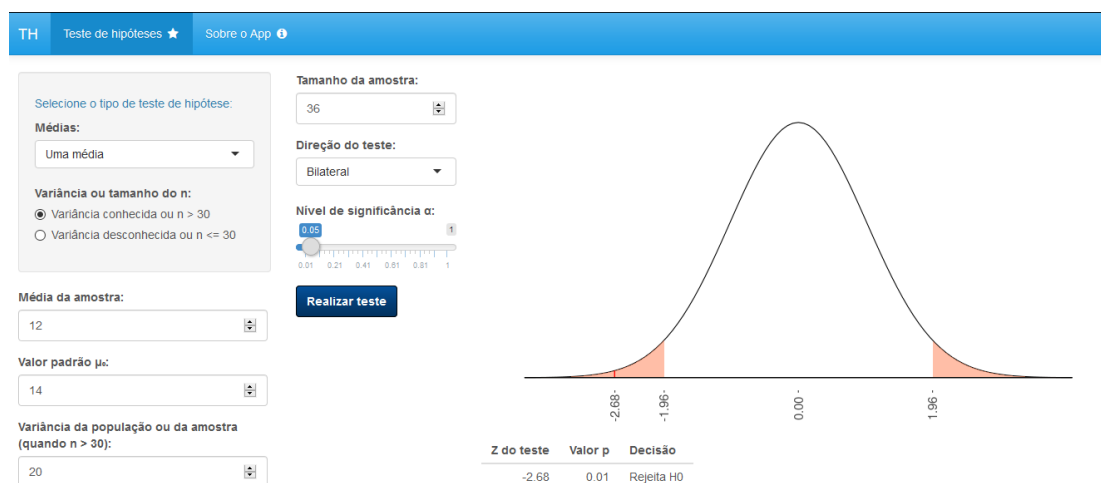


Figura 11 – Tela do aplicativo de Testes de Hipóteses

Na parte esquerda da tela há a definição do tipo de teste de hipóteses, que deve ser escolhida entre: teste de hipóteses para uma média com variância conhecida ou variância desconhecida; teste de hipóteses para duas médias com amostras independentes com variâncias conhecidas, variâncias desconhecidas supostas iguais ou variâncias desconhecidas supostas diferentes; e teste de hipóteses para duas médias com amostras pareadas.

Depois de escolhido o teste de hipóteses, é possível definir as informações da(s) amostra(s), como média, variância e tamanho. Caso o teste seja para uma média é possível escolher com qual valor padrão a média da amostra será comparada. Ainda é possível escolher se o teste será bilateral, unilateral superior ou inferior, além de definir o valor do nível de significância do teste.

Definidos todos os campos de configuração do teste, ao clicar no botão “**Realizar teste**”, o teste de hipóteses é realizado. Um gráfico apresentando a curva normal ou a curva da distribuição t-Student, de acordo com o teste selecionado, é exibido. A região crítica é destacada e é exibido onde, dentro do gráfico da distribuição, está localizado o valor calculado da estatística do teste.

Também é exibida uma tabela de resultados, com os graus de liberdade e valor da estatística t do teste ou valor da estatística z do teste, de acordo com o teste selecionado, além do valor p e a decisão baseada no valor p.

⁴ Disponível em <https://brunamdalmoro.shinyapps.io/Testes_de_Hipotese/>.

Por fim, 11 alunos avaliaram o aplicativo de Testes de Hipóteses através do questionário disponibilizado. Os 11 alunos acharam o aplicativo de fácil ou muito fácil compreensão e 10 alunos disseram ter compreendido ou compreendido completamente (90,91%) o objetivo do aplicativo. Dos 11 alunos, 10 afirmaram que gostaram ou gostaram muito (90,91%) de utilizar o aplicativo e os 11 alunos avaliaram a usabilidade do aplicativo como boa ou ótima.

A respeito do conteúdo, 10 alunos disseram que o aplicativo ajudou ou ajudou muito na compreensão do conteúdo de testes de hipóteses da disciplina de Probabilidade e Estatística. Os 11 alunos acreditam que aplicativos interativos contribuem ou contribuem muito no aprendizado de disciplinas EAD, e 10 dos 11 alunos recomendariam este aplicativo para algum colega que fosse fazer a disciplina futuramente.

Quando questionados sobre o que mais gostaram, foi citado a visualização do gráfico, a facilidade de uso e a possibilidade de conferência de resultados com os cálculos que são feitos nos exercícios da disciplina. Nenhum aluno apontou algo que não gostou no aplicativo.

Entre as sugestões e comentários, foram apontadas algumas mensagens de erro que apareciam na execução do aplicativo e a sugestão de adição de um texto auxiliar. Em função disso, algumas alterações foram feitas no aplicativo. Primeiramente, as mensagens de erro foram eliminadas utilizando o código abaixo, função do pacote "*htmltools*" versão 0.3.6, onde se pode incluir códigos CSS que configuram a aparência de elementos do aplicativo. Assim, foi definido que todas as mensagens de erro devem ser ocultas.

```
tags$style(type="text/css",  
  ".shiny-output-error { visibility: hidden; }",  
  ".shiny-output-error:before { visibility: hidden; }")
```

Também foi criada a tela "Sobre o App" (Figura 12) com uma descrição do assunto do aplicativo e como utilizá-lo. Além disso, foi realizada alteração na aparência, utilizando o pacote "*shinythemes*".



Figura 12 – Tela “Sobre o App” do aplicativo de Testes de Hipóteses

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias na educação vieram para facilitar o processo de aprendizagem. Aplicadas no ensino de estatística na modalidade a distância, facilitam o processo de ensino-aprendizagem e ajudam a assimilar os conceitos básicos vistos em aula.

Pensando nisso, este trabalho desenvolveu objetos de aprendizagem em forma de aplicativos interativos programados na linguagem R, utilizando o pacote *shiny* e disponibilizados *online*. Os aplicativos foram definidos pensando na disciplina de Probabilidade e Estatística da UFRGS, para complementação do material já existente. Cada um dos três aplicativos desenvolvidos abrange uma área da disciplina, que é dividida em Estatística Descritiva, Probabilidade e Inferência Estatística.

O aplicativo de gráficos e descritivas tem o objetivo de desenvolver a habilidade de criar e interpretar gráficos de variáveis de um banco de dados e observar as medidas descritivas aprendidas na disciplina para cada uma das variáveis. Já o aplicativo sobre o Teorema Central do Limite permite tanto observar o formato de distribuições de probabilidade conforme são alterados os seus parâmetros e tamanhos de amostra, como entender que a distribuição de probabilidade das médias, independente da distribuição de onde vêm essas médias, segue distribuição normal quando o número de amostras cresce. Por fim, o aplicativo de testes de hipóteses pretende ajudar o aluno a compreender os diferentes testes estatísticos para médias e a decisão tomada com base na estatística do teste e no valor p.

Alguns alunos da disciplina testaram e avaliaram as três ferramentas, respondendo algumas questões que contribuíram para aperfeiçoar e complementar os aplicativos construídos. Além disso, todos os respondentes, dos três aplicativos,

afirmaram que acreditam que aplicativos interativos contribuem para o processo de aprendizado em disciplinas EAD, reafirmando a importância do uso de tecnologias interativas no processo de ensino-aprendizagem.

Com relação ao retorno dos questionários, foi observado um retorno baixo, mesmo sendo enviadas diversas mensagens aos alunos sobre a importância de testar e avaliar os aplicativos, sendo eles pensados para contribuir para o material de estudos da disciplina. Além disso, a maioria dos respondentes avaliou apenas um dos três aplicativos.

Este trabalho desenvolveu os aplicativos pensando em complementar o material da disciplina de Probabilidade e Estatística da UFRGS na modalidade EAD, porém os aplicativos são de livre acesso à comunidade e podem ser utilizados em qualquer disciplina onde os conteúdos contidos nos aplicativos sejam abordados, sendo elas na modalidade EAD ou presencial, da UFRGS ou de outra instituição.

Pensando em uma continuidade deste trabalho, há a possibilidade de desenvolver mais aplicativos que abranjam outros conteúdos da disciplina de Probabilidade e Estatística, complementando o material desta disciplina na modalidade a distância e tornando o processo de aprender mais interativo e interessante.

Além disso, estes aplicativos, e possivelmente aplicativos futuros, podem vir a complementar o material de outras disciplinas de estatística, seja na modalidade a distância ou presencial, haja visto os benefícios da interatividade, o que torna o aprendizado mais ativo e, conseqüentemente, mais efetivo.

6. REFERÊNCIAS

BAILEY, Eric. *shinyBS: Twitter Bootstrap Components for Shiny*. Version 0.61. 2015. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=shinyBS>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

BUSSAB, Wilton O.; MORETTIN, Pedro A. *Estatística Básica*. 9ª edição. Saraiva, 2017. 576 p.

CHANG, Winston. *shinythemes: Themes for Shiny*. Version 1.1.1. 2016. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=shinythemes>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

CHANG, Winston; CHENG, Joe; ALLAIRE, JJ.; XIE, Yihui; MCPHERSON, Jonathan. *shiny: Web Application Framework for R*. Version 1.0.5. 2017. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=shiny>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

FISCHER, Hans. *A History of the Central Limit Theorem*. Springer, 2011. 402 p.

FRIENDLY, Michael. *vcdExtra: 'vcd' Extensions and Additions*. Version 0.7-1. 2017. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=vcdExtra>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

GUIMARÃES, José Antônio L. Educação e Tecnologia: A Educação a Distância e as rupturas pragmáticas no Ensino/Aprendizagem. Disponível em: <<https://goo.gl/ykpLg5>>. Acesso em: 24 jan. 2018.

Github. *GitHub: Social Coding*. Disponível em: <<http://github.com/>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

MAGALHÃES, Marcos N.; DE LIMA, Antônio C. P. *Noções de probabilidade e estatística*. IME-USP, 2000.

Moodle. *Modular object-oriented dynamic learning environment – moodle*. Disponível em: <<http://moodle.org/>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

MORAN, J. M. *A educação a distância como opção estratégica*. Summus Editorial, 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/4rAQMb>> Acesso em: 23 jan. 2018.

PAN, W. S. *The challenges of teaching statistics in the current technology environment*. Journal of American Academy of Business, v.3, p.351-355, 2003.

PETERS, O. *Didática do ensino à distância: experiências e estágio da discussão numa visão internacional*. Trad. Ilson Kayser. São Leopoldo, RS: Ed. Unisinos, 2006.

R Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

RStudio and Inc. *htmltools: Tools for HTML*. Version 0.3.6. 2017. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=htmltools>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

RStudio Team. *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, Inc., Boston, MA URL. Disponível em: <<http://www.rstudio.com/>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

SPIEGEL, Murray R.; SCHILLER, John J.; SRINIVASAN, R. Alu. *Probabilidade e Estatística-: Coleção Schaum*. Bookman Editora, 2016.

Twitter. *Twitter bootstrap*. 2012. Disponível em: < <http://getbootstrap.com/>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

VELLEMAN, P. F.; MOORE, D. S. *Multimedia for teaching statistics: Promises and pitfalls*. The American Statistician, v.50, p.217-225. 1996.

WICKHAN, H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag. New York, 2009.

WILKINSON, Leland. *The Grammar of Graphics*. Springer-Verlag. New York, 1999.

WONG, Dona M. *The Wall Street Journal Guide To Information Graphics - The Dos And Don'ts Of Presenting*. W. W. Norton & Company Usa, 2014. 160p.

ANEXO 1

Questionário de avaliação dos aplicativos

Este questionário tem como objetivo coletar a opinião dos alunos da disciplina de Probabilidade e Estatística da modalidade EAD sobre o aplicativo interativo para poder tanto aperfeiçoá-lo como criar novos aplicativos que possam auxiliar os alunos na compreensão dos conteúdos da disciplina. Sua resposta é muito importante para nós.

1. Você conseguiu acessar o aplicativo?
 Sim Não

Se 1-**Não**:

2. Qual problema ocorreu? _____

Se 1-**Sim**:

3. Ocorreu algum problema que te impediu de usar o aplicativo adequadamente?
 Sim Não

Se 3-**Sim**:

4. O que aconteceu que te impediu de usar o aplicativo adequadamente?

Se 3-**Não**:

5. Você achou o aplicativo de fácil compreensão?
 Muito fácil
 Fácil
 Mais ou menos
 Muito difícil
6. Qual sua opinião sobre a usabilidade do aplicativo?
 Ótima usabilidade
 Boa usabilidade
 Usabilidade média
 Usabilidade Ruim
 Péssima usabilidade
7. Você acha que é fácil compreender o objetivo do aplicativo?
 Compreendi completamente
 Compreendi
 Mais ou menos
 Não compreendi por completo
 Não compreendi nada
8. Você gostou de utilizar o aplicativo?
 Gostei muito
 Gostei
 Nem gostei nem desgostei
 Não gostei
 Detestei

9. Quanto você acha que o aplicativo te ajudou a compreender melhor o conteúdo de análises descritivas e gráficos da disciplina de Probabilidade e Estatística?
- Ajudou muito
 - Ajudou
 - Ajudou pouco
 - Quase não ajudou
 - Não ajudou nada
10. Você indicaria este aplicativo como material auxiliar para estudos para outro colega que fosse fazer esta disciplina?
- Certamente recomendaria
 - Provavelmente recomendaria
 - Recomendaria ou não
 - Provavelmente não recomendaria
 - Certamente não recomendaria
11. Quanto você acha que aplicativos interativos como este contribuem para o aprendizado em disciplinas EAD?
- Contribui muito
 - Contribui
 - Contribui pouco
 - Quase não contribui
 - Não contribui nada
12. O que você mais gostou no aplicativo?
-

13. O que você menos gostou no aplicativo?

14. Deixe alguma sugestão, crítica ou comentário:

15. Cartão UFRGS: _____