

GExpDes: Interface Gráfica para o ExpDes

Rogério Kormann¹, Eduardo N. Rosa², Crysttian A. Paixão^{3†}, Eric B. Ferreira⁴,
Denismar A. Nogueira⁵

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Naturais e Sociais, SC. E-mail: rogerio.kormann@grad.ufsc.br.

²Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Naturais e Sociais. E-mail: eduardo.nunes@grad.ufsc.br.

³Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Naturais e Sociais, SC.

⁴Universidade Federal de Alfenas, Departamento de Estatística, Alfenas-MG. E-mail: eric.ferreira@unifal-mg.edu.br.

⁵Universidade Federal de Alfenas, Departamento de Estatística, Alfenas-MG. E-mail: denismar.nogueira@unifal-mg.edu.br.

Resumo: *Os dados gerados a partir de um experimento são analisados segundo metodologias de Estatística Experimental. Para realizar essas análises, destacam-se a utilização da linguagem R, particularmente com o pacote ExpDes. Para quem não quer se preocupar com a linguagem R, esse trabalho apresenta uma aplicação em Shiny que possibilita o uso dos pacotes ExpDes e labestData. A interface reduz a complexidade da análise, sendo um auxiliar para a montagem dos comandos da linguagem R para realizá-la. Ao final, os comandos que foram necessários também são disponibilizados ao usuário.*

Palavras-chave: Shiny; Aprendizado; Delineamento; Linguagem R.

Abstract: *Data yielded from experiments are analysed using Experimental Statistics methodologies. To perform these analyses, we highlight the use of the R language, particularly through the package ExpDes. For those who do not want to worry about the R language, this work presents a Shiny application that enables the use of the ExpDes and the labestData packages. The interface reduces the complexity of the analysis, being an aid to the assembly of the commands to do it. In the end, the commands that were needed are also made available to the user.*

Keywords: Shiny; Learning; Desing; R language.

Introdução

A Educação é uma das áreas em que os avanços tecnológicos são mais constados. Esses avanços atuam no processo de automação do aprendizado (OLIVEIRA et al., 2015). Nesse processo, a experiência do usuário (*User Experience*, UX) é definida como todo o processo de interação do indivíduo com qualquer sistema. Portanto, para que um sistema ou produto venha a ter êxito é crucial que a interação com o usuário seja produtiva.

†Autor correspondente: crysttian.arantes.paixao@ufsc.br.

As salas de aula podem ser consideradas o ambiente, no qual a interação entre usuário e sistema tem que ser a mais produtiva possível para o aprendizado. Gadelha (2016) aponta que a experiência do usuário é fator crucial para o aprendizado quando ferramentas tecnológicas são utilizadas.

Na área de Estatística existem inúmeros softwares que podem ser utilizados como ferramenta tecnológica para auxiliar no processo de aprendizado. Destaca-se a linguagem R (R CORE TEAM, 2019), a qual permite ao usuário manipular diferentes recursos com a finalidade de aplicar as metodologias de Estatística na análise de um conjunto de dados. O R possui uma série de complementos, denominados pacotes, que podem ser instalados e utilizados em conjunto com a linguagem. Esses pacotes são compostos por implementações, criadas pelos seus usuários em código R, disponibilizando rotinas que permitem a aplicação a um conjunto de dados para realizar as análises estatísticas. Dentre os pacotes disponibilizados, destacam-se o `ExpDes` (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2014) e o `Shiny` (WINSTON et al., 2018). O `ExpDes` disponibiliza rotinas para realizar a análise de dados experimentais. Já o `Shiny` permite a criação de aplicações web interativas, nas quais os usuários conseguem interagir com as metodologias e desenvolver o seu conhecimento (KONRATH et al., 2018).

É apresentada nesse trabalho uma aplicação, desenvolvida em `Shiny` e `JavaScript`, que permite o uso do pacote `ExpDes` por meio de interface gráfica. O objetivo do desenvolvimento dessa aplicação foi sanar uma demanda da disciplina de Estatística Experimental em decorrência do público-alvo. Normalmente, a disciplina é ministrada para diferentes cursos, nos quais os estudantes possuem as mais diferentes formações e demandam adaptações nas metodologias de ensino. O uso do R demanda um conhecimento básico por parte do usuário, o que acaba acarretando dificuldades na disciplina. Para minimizar tais problemas e tentar cativar diferentes públicos por um processo mais amigável e intuitivo, criou-se a aplicação `GExpDes`.

Material e Métodos

Arquitetura do sistema

A interface de um sistema `Shiny` é composta por duas partes, podendo estas estarem em arquivos separados - um arquivo de interface web e outro de servidor web - ou juntas em um mesmo arquivo, mas separados por funções específicas. Ambos os componentes são controlados pelo código que é escrito utilizando o pacote `Shiny` em R. Como a principal tarefa do aplicativo da Web é obter as entradas e produzir as saídas, toda a linguagem de programação é projetada para que uma alteração em qualquer entrada, seja ela dados de entrada ou parâmetros de método, altere o resultado final e aprimore um processo anterior. A mudança será imediatamente refletida na forma de textos, tabelas ou gráficos. Essa é uma vantagem dos aplicativos da web que dependem de entradas do usuário. O procedimento `Shiny` pode fornecer saídas diferentes sem a necessidade de atualizar a página da web, pois esta funciona com comunicação em tempo real entre o servidor e o cliente.

Dentro do pacote `Shiny` são fornecidos controladores ou *widgets* comuns para facilitar o uso de programadores de aplicativos. Muitos dos procedimentos, como o *upload* de arquivos e a atualização da página para desenhar novos gráficos e tabelas, são fornecidos automaticamente mediante chamadas de código. Essas tarefas são feitas com base nos

widgets de saída pré-construídos.

Interface Web

A interface Web fornece meios para o usuário fazer *upload* de arquivos, alterar o formato de leitura do arquivo e fornecer os parâmetros necessários ao mecanismo R para produzir os resultados e, em seguida, analisar e concluir os resultados de maneira mais consistente e eficiente (Figura 1). Pela interface, o usuário fornece os parâmetros e os dados de entrada. O servidor WEB recebe esses parâmetros e realiza o processamento por meio de algoritmo implementado. Ao finalizar o processamento, o resultado é retornado ao usuário. Essa interação entre o usuário e o sistema pode ser repetida inúmeras vezes. Ela ainda permite que o usuário obtenha as informações em tempo real, alterando parâmetros e dados, e realizando as conclusões.

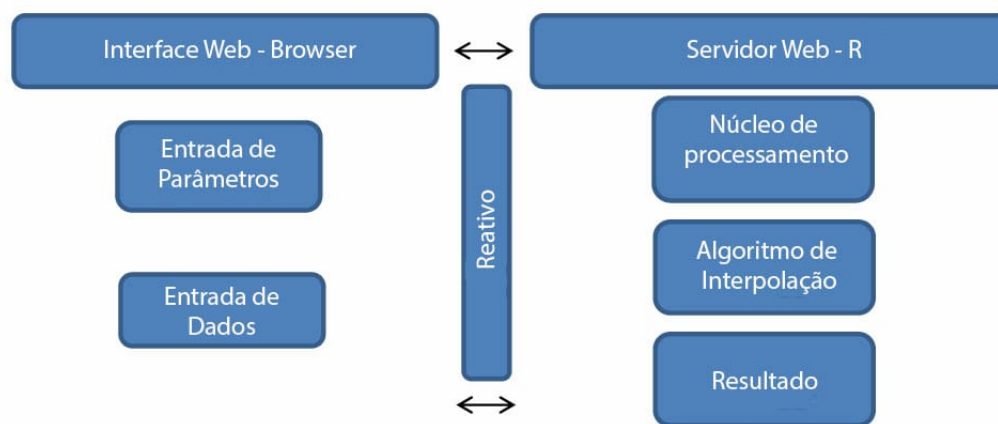


Figura 1: Arquitetura do sistema para o aplicativo Shiny

Instalação

Os arquivos de código do GExpDes estão disponibilizados no sistema githubⁱⁱ. O usuário pode, se quiser, acessá-los e verificar a sua implementação, bem como contribuir. Para realizar a instalação deve-se instalar e carregar o pacote *devtools* do R e executar os comandos:

```

1 #Carregando o pacote devtools
2 require(devtools)
3
4 #Instalando a partir do repositório
5 install_git(url = "https://github.com/gExpDes/gexpdes.git", branch = "
  master", build_vignettes=TRUE)
  
```

ⁱⁱ<https://github.com/grupopesquisaetac/gexpdes>

Executando a aplicação

Uma vez instalada a aplicação, deve-se carregá-la utilizando o comando:

```
1 #Carregando o código da aplicação
2 require (GExpDes)
3
4 #Inicializando a aplicação
5 GExpDesView ()
```

Fases de execução do GExpDes

O GExpDes funciona como um assistente para construir a análise. Para que uma análise seja realizada é preciso passar por três etapas. Em cada etapa são solicitadas informações para que a análise seja realizada. Uma descrição das etapas e das informações a serem determinadas, e as saídas apresentadas pela interface estão descritas na Tabela 1.

A primeira etapa consiste em determinar qual o conjunto de dados a ser analisado. Tendo como opções a entrada de um arquivo no formato CSV ou a partir da base de dados do pacote `labestData`. Como saída, após selecionar o arquivo a ser analisado, o conjunto de dados é exibido.

A segunda etapa consiste em determinar o delineamento que gerou o conjunto de dados. Os delineamentos que podem ser utilizados são: o delineamento inteiramente casualizado (DIC), delineamento em blocos ao acaso (DBC), delineamento em quadrado latino (DQL), os esquemas fatoriais com dois ou três fatores, podendo ser utilizado um tratamento adicionado, experimento em faixas e parcelas subdivididas. Esses delineamentos são os suportados pelo pacote *ExpDes*. Nessa etapa é possível analisar a estrutura do arquivo de dados importado, bem como uma análise descritiva dos dados, obtida pelo comando *summary* do R.

Na etapa final ocorre a realização da análise, após o usuário determinar os testes a serem utilizados com os respectivos níveis de significância. A análise gerada consiste do gráfico *boxplot* com as variáveis do delineamento, dos gráficos de interação para os esquemas fatoriais, dos gráficos dos resíduos e da análise de variância com os respectivos valores dos testes selecionados. Nessa etapa, o usuário ainda pode escolher se deseja salvar a análise. Ao salvar a análise, junto no mesmo diretório é criado um *script* com os comandos do R que geraram a análise a partir da interface.

A variável considerada como fonte de variação pode ser de dois tipos: qualitativa ou quantitativa. Essa variável determina como a análise será realizada. Nesse caso, a escolha do primeiro tipo, qualitativa, a análise gerada será Análise de Variância. Caso o usuário selecione a opção quantitativa para a variável ou variáveis (esquema fatorial ou parcela subdivididas), este deverá determinar quais os modelos de regressão, linear ou não linear, deverão ser ajustados.

Tabela 1: Etapas da execução do GExpDes para a realização da análise de um experimento.

Etapa	Descrição da Etapa	Determinação da Opção	Saída do GExpDes
1	Seleção do arquivo de dados para análise	Arquivos de dados CSV Arquivo de dados do <code>labestData</code>	Exibe o arquivo de dados
2	Determinação do delineamento	Escolha do Delineamento Determinação das variáveis do delineamento	Estrutura do arquivo e a sumarização dos dados
3	Realização da Análise	Determinação do teste de comparação múltipla Determinação do teste de homocedasticidade, quando houver Definição dos níveis de significância dos testes Salvar a análise	Gráfico BoxPlot Gráficos dos Resíduos Análise de Variância Permite ao usuário salvar a análise

Resultados e discussão

Para demonstrar a utilização da aplicação GExpDes será realizado a análise do conjunto de dados de Banzatto e Kronka (2013, pag. 50) que corresponde ao experimento para avaliar a competição de cultivares de mandioca utilizando o delineamento inteiramente casualizado.

Para iniciar a análise, deve-se executar o comando `GExpDesView()`. Após executar o comando, a interface aparecerá como representada na Figura 2. Para iniciar a análise, basta clicar no botão “Iniciar Análise”; para usar a ajuda, clique em “Ajuda” e para Fechar a aplicação, utilize o botão “Fechar”. O botão “Ajuda”, ao ser utilizado, abrirá uma página web com a ajuda do GExpDes. Nessa página, estão disponíveis os arquivos explicativos de como utilizar a interface gráfica.

Ao clicar em “Iniciar Análise” a tela representada na Figura 3 é exibida. Nessa tela, o usuário deve decidir se utilizará a base de dados carregada a partir de um conjunto de dados no formato CSV ou a disponibilizada pelo pacote `labestData` (PET Estatística UFPR, 2016). O formato CSV é o padrão para o carregamento a partir de arquivo. A importação dos dados a partir do `labestData` ocorre pela seleção do arquivo que se deseja importar.

Ao escolher o formato CSV, o usuário deve definir a origem do arquivo clicando em “Procurar”, selecionar o carácter separador de valores, sendo disponíveis a vírgula, ponto e vírgula e a tabulação, e o símbolo decimal, podendo selecionar o ponto e a vírgula. Ao selecionar as opções, o arquivo é carregado ao lado de forma instantânea. A opção por esse método tem como objetivo exibir os diferentes formatos de arquivos que podem ser



Figura 2: Tela de abertura do aplicativo GExpDes



Figura 3: Tela de seleção da origem dos dados para análise no aplicativo GExpDes

carregados, levando o usuário a visualizar e interagir para a escolha adequada. A tela com essas opções pode ser verificada na Figura 4. O conjunto de dados a ser analisado foi digitado e salvo no formato CSV, utilizando como separador de valores o ponto e vírgula e como símbolo decimal a vírgula. Após a sua importação, os valores são exibidos. Clique em “Avançar” para prosseguir com a análise.

Após carregar o arquivo, torna-se necessário determinar o delineamento ou esquema que será utilizado para realizar a análise (Figura 5). Vamos nos ater no delineamento mais simples, o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Ao escolher DIC, a interface disponibiliza a determinação da variável Tratamento; tipo de variável, qualitativa ou quantitativa; e a variável Resposta. Basta selecionar as opções e clicar em “Avançar”. Caso queira alterar o conjunto de dados, pode-se retornar à interface anterior clicando em

The screenshot shows a web interface for selecting a CSV file. The title is "Escolha o arquivo CSV". There is a search bar with "exercício (1).csv" and a blue "Upload complete" button. Below are radio buttons for "Separador de valores" (Vírgula, Ponto e vírgula, Tabulação) and "Separador Decimal" (Ponto, Vírgula). At the bottom are "< Voltar" and "Avançar >" buttons.

	Tratamento	Repeticao	Resposta
1	1	1	38.9
2	2	1	20.9
3	3	1	28.1
4	4	1	38.7
5	5	1	47.8
6	1	2	25.4
7	2	2	26.2
8	3	2	27.0
9	4	2	43.2
10	5	2	47.8
11	1	3	20.3
12	2	3	32.3
13	3	3	25.8
14	4	3	41.7
15	5	3	44.7
16	1	4	25.7
17	2	4	28.3
18	3	4	26.9
19	4	4	39.0
20	5	4	50.5
21	1	5	29.3
22	2	5	28.7
23	3	5	22.3
24	4	5	40.3
25	5	5	56.4

Figura 4: Tela de seleção do conjunto de dados a ser analisado no aplicativo GExpDes

“Voltar”. Observe que a estrutura do arquivo carregado é exibida ao lado para auxiliar na escolha das variáveis. Uma análise descritiva das variáveis selecionadas é calculada, permitindo uma primeira avaliação dos dados.

Na sequência, deve-se selecionar o teste de comparação múltipla, o nível de significância do teste F e do teste T e quando houver, o teste de homogeneidade de variância. Uma vez determinadas as opções, a análise é exibida ao lado (Figura 6). Os resultados apresentados são o gráfico boxplotⁱⁱⁱ (SIEVERT, 2018) da variável Resposta em função da variável Tratamento, os gráficos dos resíduos para a análise dos pressupostos (Figura 7) e a Análise de Variância (Figura 8). O gráfico boxplot é adaptado de acordo com o delineamento selecionado. O exemplo utiliza uma variável qualitativa para demonstração, mas caso a variável Tratamento fosse quantitativa, a análise de regressão seria demonstrada ao lado, com a descrição dos modelos ajustados e seus respectivos gráficos. Caso seja do interesse do usuário, a análise pode ser salva. Para isso, basta clicar no formato desejado e clicar no botão “Salvar Análise”. Os formatos disponíveis para salvar o arquivo são o PDF e txt.

A interface desenvolvida permite que a análise de um experimento seja realizada com um conhecimento básico da linguagem R. O usuário, em um primeiro momento, pode apenas interagir com a interface para realizar a análise e salvá-la. No mesmo diretório, no qual a análise é salva, também é criado um script com os comandos utilizados pela interface para realizar a análise. Caso o usuário queira conhecer e aperfeiçoar os seus conhecimentos, este terá acesso ao script no formato R que foi criado a partir das opções selecionadas, para poder explorá-lo ou customizá-lo, obtendo os mesmos resultados da interface gráfica.

ⁱⁱⁱfunção do pacote plotly

Selecione o Delineamento

- DIC
- DBC
- DQL
- Faixas
- Fatorial duplo com um trat. adic. em DBC
- Fatorial duplo com um trat. adic. em DIC
- Fatorial duplo em DBC
- Fatorial duplo em DIC
- Fatorial triplo com um trat. adic. em DBC
- Fatorial triplo com um trat. adic. em DIC
- Fatorial triplo em DBC
- Fatorial triplo em DIC
- Parcelas subdivididas em DBC
- Parcelas subdivididas em DIC

Selecione a variável Tratamento

Tratamento

Selecione o tipo da variável Tratamento

Qualitativa

Selecione a variável Resposta

Resposta

Estrutura

```
'data.frame': 25 obs. of 3 variables:
 $ Tratamento: int 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 ...
 $ Repeticao   : int 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 ...
 $ Resposta   : num 38.9 20.9 28.1 38.7 47.8 25.4 26.2 27 43.2 47.8 ...
 [1] "Summary dos dados:"
      Tratamento  Repeticao  Resposta
Min.   :1         Min.   :1         Min.   :20.30
1st Qu.:2         1st Qu.:2         1st Qu.:26.20
Median :3         Median :3          Median :29.30
Mean   :3         Mean   :3          Mean   :34.25
3rd Qu.:4         3rd Qu.:4         3rd Qu.:41.70
Max.   :5         Max.   :5          Max.   :56.40
```

Figura 5: Tela de seleção do delineamento e variáveis a serem analisadas aplicativo GExpDes



Figura 6: Tela da seleção dos testes e níveis de significância da análise no aplicativo GExpDes. Os resultados são atualizados a medida que os testes são selecionados. Como primeiro resultado no caso dos DIC é o boxplot da variável resposta em função dos tratamentos.

Esperamos que a interface permita ganhos substanciais no aprendizado pelos usuários, incentivando o uso do R como metodologia educacional. A interface está em constantes atualizações para a sua adequação para o uso didático.

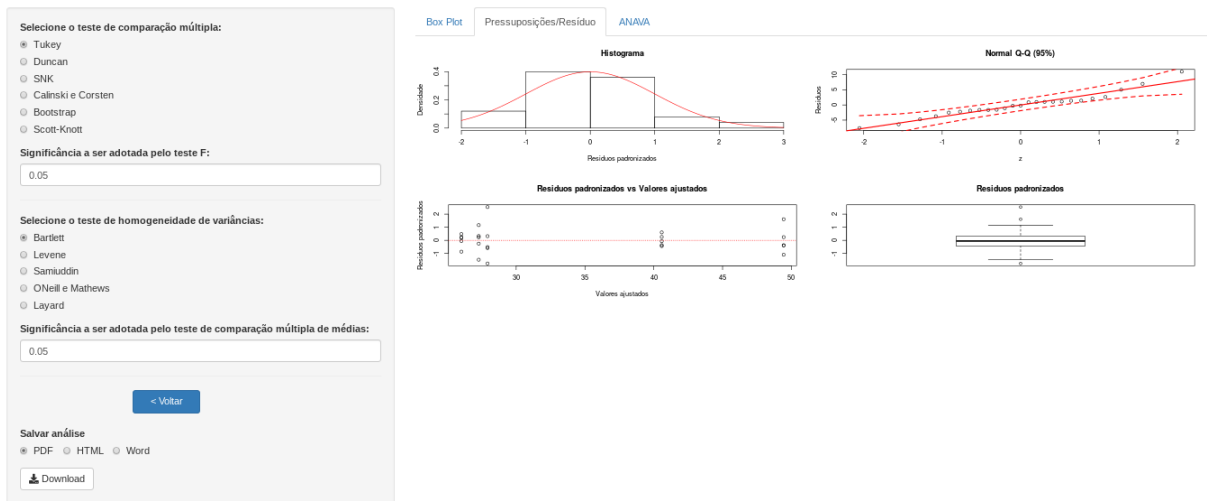


Figura 7: O segundo resultado da análise no caso dos DIC é o gráfico dos resíduos.

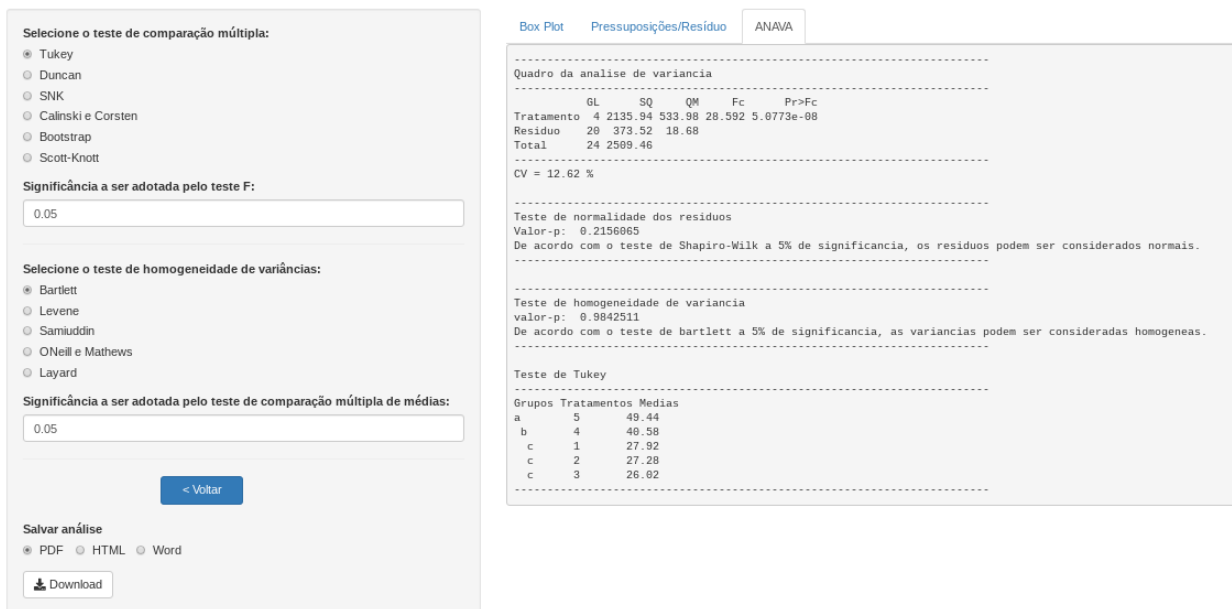


Figura 8: O terceiro resultado da análise no caso dos DIC é a Análise de Variância com os testes selecionados.

Outros recursos serão implementados e esperamos que a interface ganhe a colaboração de usuários por meio de sugestões e críticas, bem como colaboração na implementação da interface disponibilizada pelo sistema *git*.

Conclusão

A interface gráfica GExpDes permite a análise de experimentos de forma amigável, utilizando recursos gráficos. Além disso, possibilita ao usuário interagir com a linguagem R sem precisar ter conhecimento sobre esta.

Sigmae, Alfenas, v.8, n,2, p. 170-179, 2019.

64^a Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).
18^o Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

Referências Bibliográficas

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. *Experimentação Agrícola*. 4^a ed. Jaboticabal: FUNEP. 2013. 237p.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. *Applied Mathematics*, v. 05, n. 19, p. 2952-2958, 2014.

GADELHA, B. et al. Melhor prevenir do que remediar: Avaliando usabilidade e UX de software antes de levá-lo para a sala de aula. *In: Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016)*. 2016.

KONRATH, A. C. et al. *Desenvolvimento de Aplicativos Web Com R e Shiny: inovações*. ABAKÖS, v. 6, n. 2, p. 55-71, 2018.

OLIVEIRA, C. DE; MOURA, S. P.; SOUSA, E. R. DE. TIC'S na educação: A utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. *Pedagogia em Ação*, v. 7, n. 1, p. 75-95, 2015.

PET Estatística UFPR. *labestData: Biblioteca de Dados para Aprendizado de Estatística*. 2016. R package version 0.1-17.458.

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019. URL <https://www.R-project.org/>.

SIEVERT, C. *Plotly for R*. 2018. <https://plotly-book.cpsievert.me>

WINSTON C., CHENG, J., ALLAIRE, J. J., XIE, Y. and MCPHERSON, J., *Shiny: Web Application Framework for R*. R package version 1.1.0.