
Aplicação das Técnicas de IHC para Avaliação de uma Ferramenta Complementar ao Ensino de Estatística

Clésio Rodrigues da Silva Júnior



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Monte Carmelo - MG
2025

Clésio Rodrigues da Silva Júnior

**Aplicação das Técnicas de IHC para Avaliação
de uma Ferramenta Complementar ao Ensino
de Estatística**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Computação da Universidade Federal
de Uberlândia, Minas Gerais, como requisito exigido
parcial à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas
de Informação.

Área de concentração: Sistemas de Informação

Orientador: Prof. Dr. Daniel Stefany Duarte Caetano

Monte Carmelo - MG

2025

Para minha mãe, que não viu este dia, mas foi parte essencial dele.
Para meu pai, que sempre esteve comigo.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados durante todos os meus anos de estudos.

Agradeço aos meus pais por todo o esforço, amor e dedicação investidos na minha formação. Ao meu pai, por sua presença constante e apoio em todos os momentos. E à minha mãe, que, mesmo não estando aqui para ver este dia, foi e sempre será parte fundamental de cada conquista da minha vida.

Sou grato à minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda minha vida, e dedico uma homenagem especial à memória daqueles que já partiram, mas que permanecem vivos em meu coração e em minhas lembranças.

Ao meu orientador, agradeço pela paciência, orientação e apoio em todas as fases deste trabalho. Aos professores, pelos ensinamentos que foram além das disciplinas e pela dedicação em me ajudar a crescer como profissional e como pessoa.

Estendo também meus agradecimentos a todos os colaboradores da Universidade Federal de Uberlândia, que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste estudo, seja pelo suporte acadêmico, administrativo ou técnico.

Aos amigos, pelos momentos de leveza e descontração, pelas risadas que recarregaram as energias, pelas brincadeiras e pelos jogos que serviram de respiro em meio à correria.

Por fim, a todos que fizeram parte da minha trajetória, o meu muito obrigado. Sem vocês, nada disso teria sido possível.

*“Enquanto houver Sol,
Ainda haverá.”
(Titãs)*

Resumo

Este trabalho investiga a aplicação de técnicas da Interação Humano-Computador (IHC) para avaliar e propor melhorias em uma ferramenta complementar ao ensino de estatística, com foco na usabilidade. Considerando os altos índices de evasão e dificuldade enfrentados por estudantes nesta disciplina, foram selecionadas funcionalidades básicas da estatística descritiva no ambiente RStudio, utilizando o pacote Rcmdr. A pesquisa adotou métodos como Análise Hierárquica de Tarefas (HTA), inspeção heurística e princípios do *Design Universal* (DU). As análises teóricas e por inspeção revelaram barreiras de uso na interface atual. Com base nesses resultados, foi desenvolvido um protótipo de alta fidelidade que incorpora as melhorias identificadas, visando tornar a ferramenta mais intuitiva e adequada ao contexto educacional. Espera-se que essa proposta contribua para facilitar o uso de recursos estatísticos por estudantes, promovendo um aprendizado mais acessível e direto.

Palavras-chave: Design Universal, Estatística, Rcmdr, RStudio, Usabilidade.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Processo de <i>design</i> . Fonte: Barbosa e Silva (2010).	18
Figura 2 – Representação do processo de <i>Design</i> Centrado no Usuário (UCD). Fonte: Harianja (2020).	19
Figura 3 – Exemplo de protótipo de baixa fidelidade. Fonte: Next4 (2024).	20
Figura 4 – Estrutura hierárquica de análise HTA. Fonte: criado pelo autor.	21
Figura 5 – Plano para programar um videocassete. Fonte: criado pelo autor.	22
Figura 6 – Exemplo de sistema de organização por assunto. Fonte: Adaptado de Submarino (2024).	23
Figura 7 – Exemplo de página <i>web</i> com mapa do site (sistema de navegação re- mota). Fonte: adaptado de Brasil (2024).	24
Figura 8 – Exemplo de página <i>web</i> com sistema de rotulação. Fonte: adaptado de Walmart (2024).	25
Figura 9 – Exemplo de página <i>web</i> com sistema de busca. Fonte: adaptado de eBay (2024).	26
Figura 10 – Interface Gráfica do Usuário (GUI) do <i>RStudio</i> , que é dividida em 4 seções. Fonte: (KROTOV, 2017).	29
Figura 11 – Exemplo de perguntas aplicadas no questionário utilizado por Zanetti (2023).	30
Figura 12 – GUI do <i>software</i> BioEstat. Fonte: (SILVA et al., 2014).	31
Figura 13 – Estrutura do <i>software</i> <i>RStudio</i> . Fonte: (DEGE; BRÜGGEMANN, 2024).	32
Figura 14 – Script inicial para carregar o pacote e abrir a GUI.	39
Figura 15 – Interface do <i>RCmdr</i>	39
Figura 16 – Função <i>Commander()</i> que força a execução da interface.	40
Figura 17 – Caminho para importar um conjunto de dados do Excel.	40
Figura 18 – Tela para importar e renomear o conjunto de dados.	41
Figura 19 – Tela para seleção do arquivo de dados.	41
Figura 20 – Opção de selecionar entre as abas da planilha.	42
Figura 21 – Objeto chamado <i>Dataset</i> , criado após importar os dados.	42

Figura 22 – Opções para edição e visualização dos dados.	42
Figura 23 – Caminho para selecionar a opção de resumos numéricos.	42
Figura 24 – Tela de resumos numéricos para selecionar as variáveis.	43
Figura 25 – Resultados do resumo numérico.	43
Figura 26 – Resultados do cálculo da média.	43
Figura 27 – Resultados do cálculo da mediana.	44
Figura 28 – Função que realiza o cálculo da moda.	44
Figura 29 – Menu gráficos.	45
Figura 30 – Menu para gerar o gráfico de setores.	46
Figura 31 – Exemplo de gráfico de setores indicando o gênero.	46
Figura 32 – Fluxo HTA referente à sequência 3.1.2.3 do RCmdr. Fonte: criado pelo autor.	52
Figura 33 – Tela inicial do protótipo.	53
Figura 34 – Tela com funcionalidades integradas para importar uma base de dados.	54
Figura 35 – Tela com funcionalidades da estatística descritiva.	55
Figura 36 – Tela com as funcionalidades de geração e exportação de diferentes tipos de gráficos.	56

Lista de tabelas

Tabela 1 – Resumo Comparativo dos Trabalhos Relacionados	33
--	----

Lista de siglas

AI Arquitetura da Informação
- *Information Architecture*

DU *Design* Universal
- *Universal Design*

ESOF Engenharia de *Software*
- *Software Engineering*

FU *Feedback* dos Usuários
- *Customer Feedback*

GUI Interface Gráfica do Usuário
- *Graphical User Interface*

HTA Análise Hierárquica de Tarefas
- *Hierarchical Task Analysis*

IDE Ambiente de Desenvolvimento Integrado
- *Integrated Development Environment*

IHC Interação Humano-Computador
- *Human-Computer Interaction*

IU Inspeção de Usabilidade
- *Usability Inspection*

SUS Escala de Usabilidade do Sistema
- *System Usability Scale*

UCD *Design* Centrado no Usuário
- *User-Centered Design*

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Motivação	12
1.2	Problema	13
1.3	Hipótese	14
1.4	Objetivos	14
1.4.1	Objetivo geral	14
1.4.2	Objetivos específicos	14
1.5	Contribuições	15
1.6	Organização da Monografia	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACI- ONADOS	16
2.1	Fundamentação Teórica	16
2.1.1	<i>Design</i> Universal	16
2.1.2	Processos de <i>Design</i>	17
2.1.3	HTA	20
2.1.4	Organização e Classificação da Informação	22
2.1.5	Avaliação em IHC: Inspeção	27
2.2	Trabalhos Relacionados	28
2.2.1	A quick introduction to R and RStudio	28
2.2.2	<i>Redesign</i> da interface do sistema debugando e investigação das per- cepções de estudantes e profissionais sobre a proposta	29
2.2.3	Avaliação do <i>software</i> BioEstat para o ensino de estatística nos cursos de graduação	31
2.2.4	Marketing analytics with RStudio: a <i>software</i> review	32
2.2.5	Considerações Finais	32

3	EXPERIMENTOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS	34
3.1	Materiais e Métodos	34
3.1.1	Seleção de Ferramentas Estatísticas	34
3.1.2	Contextualização dos Conteúdos Estatísticos	35
3.1.3	Avaliação de Melhorias por meio de Métodos e Métricas de IHC	47
3.1.4	Desenvolvimento de Protótipos	47
3.2	Resultados e Métodos	47
3.2.1	Análise comparativa baseada nas métricas de IHC	48
3.2.2	Análise HTA e Protótipo com Melhorias	51
4	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	58

Introdução

A estatística é fundamental para diversas áreas do conhecimento, mas muitos estudantes enfrentam dificuldades com a disciplina, especialmente pela falta de uma base matemática sólida, o que contribui para os altos índices de evasão e reprovação (LEITE, 2018). Este trabalho investiga a aplicação de técnicas de Interação Humano-Computador (IHC) na avaliação de uma ferramenta complementar ao ensino de estatística, com foco na usabilidade, acessibilidade e experiência do usuário. A proposta visa identificar barreiras que dificultam o uso dessa ferramenta e sugerir melhorias que tornem o processo de aprendizado mais acessível e intuitivo, sem abrir mão da base teórica necessária para a correta interpretação dos dados.

A estatística é fundamental para diversas áreas do conhecimento, mas muitos estudantes enfrentam dificuldades com a disciplina, especialmente pela falta de uma base matemática sólida, o que contribui para os altos índices de evasão e reprovação (LEITE, 2018). Este trabalho investiga a aplicação de técnicas de IHC na avaliação de uma ferramenta complementar ao ensino de estatística, com foco na usabilidade. A proposta visa identificar barreiras que dificultam o uso dessa ferramenta e sugerir melhorias que tornem a interface mais simples, funcional e adequada ao contexto educacional, sem abrir mão da base teórica necessária para a correta interpretação dos dados.

1.1 Motivação

A estatística é uma ciência que trabalha com dados nas etapas de: coleta, organização, análise, interpretação e apresentação (PEREIRA; MOTA; SCORTEGAGNA, 2020). Isso nos permite entender como funcionam padrões e variações acerca das informações importantes e ajuda na tomada de decisões por ter toda uma fundamentação para chegar naquele resultado.

Por isso, a estatística é uma das disciplinas mais importantes durante a graduação e está em diversos campos do conhecimento, como na computação, engenharias, ciências agrárias, biológicas, humanas e na medicina (HARTMANN et al., 2021; SAMPAIO;

DANELON, 2015). Ainda, capacita os profissionais na tomada de decisões baseadas em fatos em vez de depender somente da intuição. Porém, não é difícil manipular os números para apresentar um resultado incorreto que favoreça alguma parte interessada e prejudique outra (HUFF, 2016). Por isso, existe a necessidade de entender como todo o processo funciona e usar este conhecimento para detectar inconsistências de dados e avaliar a confiabilidade das informações apresentadas.

Devido à sua importância em várias áreas do conhecimento, essa é uma das primeiras disciplinas das grades curriculares de graduação. Com isso, muitos estudantes enfrentam dificuldades com a matéria, o que se mostra nos altos números de evasão/reprovação (MA-SOLA; ALLEVATO, 2019). De acordo com pesquisas, essa situação pode ser atribuída à falta de uma base sólida em conhecimentos de matemática durante o ensino médio, que é causado por fatores como falta de professores, recursos limitados e desinteresse dos alunos (VIANA; AMORIM; AMORIM, 2023; JUNIOR; WALICHINSKI, 2013).

Fora do ambiente acadêmico, a incapacidade de entender e aplicar os conceitos estatísticos também pode prejudicar muito no mercado de trabalho, porque num momento em que tudo é orientado à geração de novos dados, várias carreiras exigem tais conhecimentos para analisá-los e tomar decisões acertadas (SANTOS et al., 2016).

Como forma de tentar solucionar o problema da falta de interesse dos alunos, vale destacar a disponibilidade de ferramentas dedicadas à estatística que são gratuitas no mercado (KARSBURG, 2017; SILVA et al., 2014). Recursos como esse podem tornar o aprendizado mais interativo e permitir que os estudantes resolvam os problemas de forma mais prática, o que pode ajudar na compreensão dos conceitos e cronologia das etapas estatísticas.

Entretanto, é muito importante destacar que o aprendizado da estatística de maneira tradicional deve preceder o uso dos *softwares* auxiliares. Esse conhecimento teórico sólido é que será a base para que a ferramenta seja utilizada de maneira correta e os estudantes saibam o que realmente estão fazendo. Sem essa base, os alunos correm o risco de se tornarem apenas apertadores de botões que sequer conseguem interpretar os resultados que estão calculando.

Com um bom entendimento a respeito dos termos estatísticos o estudante será capaz de verificar, comparar e auditar os resultados fornecidos pela ferramenta para garantir que as informações sejam confiáveis.

1.2 Problema

A disciplina de estatística, fundamental em todas as áreas do conhecimento, enfrenta altos índices de evasão e reprovação entre os universitários (PASSOS et al., 2007). Um dos motivos para isso é que durante o ensino médio os estudantes não adquirem todo o conhecimento matemático necessário (PACHECO; ANDREIS, 2018). Além disso, a falta

de interesse e a dificuldade de entender os conceitos técnicos prejudica o desempenho acadêmico na matéria e até mesmo em futuras carreiras profissionais. Existem diversas ferramentas gratuitas (KARSBURG, 2017; SILVA et al., 2014) para auxiliar no aprendizado de estatística. No entanto, mesmo com a disponibilidade de ferramentas gratuitas para o ensino de estatística, muitos estudantes enfrentam dificuldades em utilizá-las de forma eficaz. Essa limitação pode comprometer a consolidação do conhecimento, que poderia ser aprofundado por meio do uso adequado desses recursos. É importante apontar melhorias para que, por meio dessas ferramentas, os alunos possam consolidar e aprimorar os conhecimentos sobre estatística.

Nesse contexto apresentado, o uso dos princípios da IHC têm um papel fundamental para avaliar essas ferramentas estatísticas por meio da aplicação de técnicas (padrões, métricas/heurísticas) com os estudantes reais.

1.3 Hipótese

Por meio dos conceitos de IHC aplicados à análise de protótipos, interfaces e interação, é possível melhorar a usabilidade de uma ferramenta complementar ao ensino de estatística.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo utilizar métricas e conceitos de IHC para avaliar uma ferramenta utilizada no ensino de estatística.

1.4.2 Objetivos específicos

A fim de atender ao objetivo geral proposto, serão realizados os seguintes objetivos específicos:

- ❑ Selecionar uma ferramenta estatística, a partir de um conjunto de opções, para ser avaliada no estudo;
- ❑ Delimitar o contexto dos conteúdos a serem utilizados no estudo;
- ❑ Selecionar um conjunto de métricas/métodos de IHC para identificar pontos de melhoria;
- ❑ Elaborar protótipos de alta fidelidade sobre as melhorias propostas.

1.5 Contribuições

Espera-se que, com a realização deste trabalho, seja possível aprimorar a usabilidade de uma ferramenta complementar ao ensino de estatística, tornando a execução de tarefas mais simples e direta. As melhorias propostas, consolidadas em um protótipo de alta fidelidade, visam facilitar o uso da interface em contextos educacionais, especialmente para estudantes com pouca familiaridade com *softwares* estatísticos.

1.6 Organização da Monografia

Essa monografia está organizada em cinco capítulos.

- ❑ **Capítulo 1:** apresenta a introdução ao tema, a motivação, o problema de pesquisa, os objetivos e as contribuições do trabalho.
- ❑ **Capítulo 2:** aborda a fundamentação teórica e os trabalhos relacionados, apresentando os conceitos de IHC utilizados e estudos que dialogam com a proposta.
- ❑ **Capítulo 3:** descreve os experimentos realizados, os métodos adotados e a análise dos resultados obtidos com base na avaliação da ferramenta.
- ❑ **Capítulo 4:** reúne as conclusões do estudo, destacando as principais contribuições e sugestões para trabalhos futuros.
- ❑ **Capítulo 5:** apresenta as referências utilizadas ao longo da pesquisa.

Fundamentação Teórica e Trabalhos Relacionados

Este capítulo está dividido em duas seções principais. Na primeira, são apresentados os conceitos fundamentais e as técnicas da IHC que embasam o desenvolvimento deste trabalho, com foco na melhoria da usabilidade de ferramentas computacionais. Na segunda seção, é realizada uma análise comparativa entre publicações que, embora apresentem abordagens distintas, se relacionam com a hipótese central deste estudo: a aplicação de técnicas de IHC para avaliar e propor melhorias em *softwares* voltados ao ensino de estatística, com foco na simplificação da interface e na facilidade de uso por parte dos estudantes.

2.1 Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta os principais conceitos de IHC utilizados no trabalho, incluindo DU, Processos de *Design*, UCD, HTA, Organização da Informação e métodos de avaliação de usabilidade.

2.1.1 *Design* Universal

O DU é um conceito criado na década de 1970 (STORY; MUELLER; MACE, 1998) que propõe diretrizes para o desenvolvimento de produtos, serviços e interfaces utilizáveis por um público amplo, com diferentes níveis de conhecimento e experiência.

O DU é baseado em sete princípios fundamentais que orientam o desenvolvimento de soluções mais simples, claras e eficientes para os usuários. A seguir, são apresentados esses princípios:

1. **Uso Equitativo:** refere-se à criação de produtos ou sistemas que possam ser utilizados por diferentes perfis de usuários, sem que haja necessidade de adaptações ou experiências diferenciadas.

2. **Flexibilidade de uso:** destaca a importância de permitir que os usuários realizem tarefas de formas variadas, respeitando preferências e habilidades individuais, como diferentes níveis de experiência com ferramentas digitais.
3. **Uso intuitivo:** preconiza que os elementos do sistema sejam de fácil compreensão, mesmo por usuários iniciantes, com comandos e funcionalidades claras e autoexplicativas.
4. **Informação perceptível:** garante que as informações essenciais sejam apresentadas de forma visível, clara e organizada, independentemente das condições ambientais ou do foco do usuário.
5. **Tolerância ao erro:** prevê que o sistema minimize riscos e impactos de ações incorretas, fornecendo formas de desfazer operações ou corrigir caminhos de maneira simples.
6. **Baixo esforço físico:** busca reduzir o esforço necessário para a realização de tarefas, com interações rápidas e fluídas, minimizando a fadiga do usuário.
7. **Tamanho e espaço para acesso e uso:** trata da necessidade de uma interface organizada, com espaçamento adequado entre elementos e comandos acessíveis sem sobrecarga visual.

Neste trabalho, os princípios do DU foram considerados como base teórica para a avaliação da usabilidade da interface do pacote Rcmdr. Embora o DU dialogue com aspectos de acessibilidade e inclusão, sua aplicação aqui foca exclusivamente na criação de interações mais claras, diretas e eficientes para estudantes que utilizam ferramentas estatísticas com fins educacionais.

Na avaliação de aplicativos e sistemas, a aplicação dos princípios do DU, aliados às técnicas de IHC, contribui para o desenvolvimento de interfaces mais claras e fáceis de usar. No *design* de aplicações novas ou na melhoria de interfaces existentes, compreender esse processo é essencial para criar soluções que atendam tanto usuários iniciantes quanto os mais experientes, promovendo maior eficiência e reduzindo barreiras de uso em contextos educacionais.

2.1.2 Processos de *Design*

O *design* é um processo prático e criativo, que busca transformar uma situação atual em uma nova situação melhorada. Na Figura 1, as atividades de *design* trabalham para transformar a situação atual (situação 1) em uma situação mais desejada e ideal (situação 2).

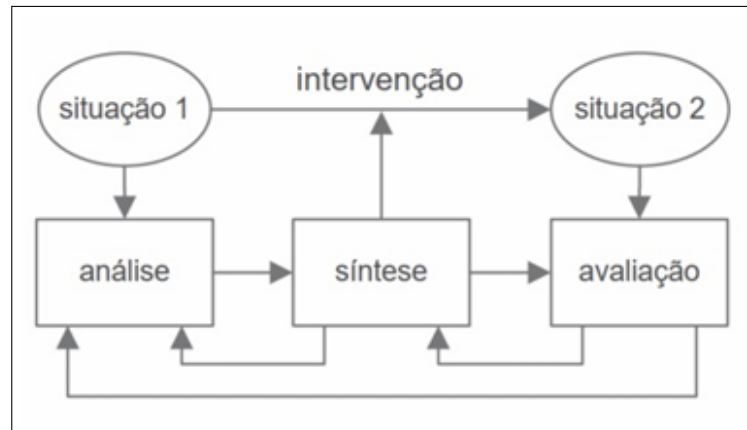


Figura 1 – Processo de *design*. Fonte: Barbosa e Silva (2010).

Ele envolve três atividades principais:

- ❑ **Análise:** compreender a situação atual, identificar problemas e necessidades.
- ❑ **Síntese:** planejar e executar uma intervenção que proponha soluções.
- ❑ **Avaliação:** verificar o impacto da intervenção, comparando a nova situação com a original.

Esse ciclo permite ajustes contínuos e garante que o *design* se alinhe às necessidades dos usuários e às metas do projeto.

2.1.2.1 Definição:

O processo de *design* é composto por etapas que visam criar soluções funcionais e eficientes, com base na identificação de problemas reais de uso. Esse processo abrange desde a análise inicial do contexto até a implementação de uma interface que facilite a execução de tarefas pelos usuários. O objetivo central é tornar os sistemas mais claros, diretos e fáceis de operar.

2.1.2.2 Design Centrado no Usuário:

O UCD é uma abordagem que orienta o desenvolvimento de sistemas com base nas características e necessidades reais dos usuários. Ao considerar essas informações em todas as fases do processo de *design*, é possível criar soluções mais usáveis, que exigem menor esforço de aprendizagem e execução. A Figura 2 ilustra esse processo cíclico, que contribui para o aperfeiçoamento contínuo das interfaces a partir da observação e análise das interações com os usuários.

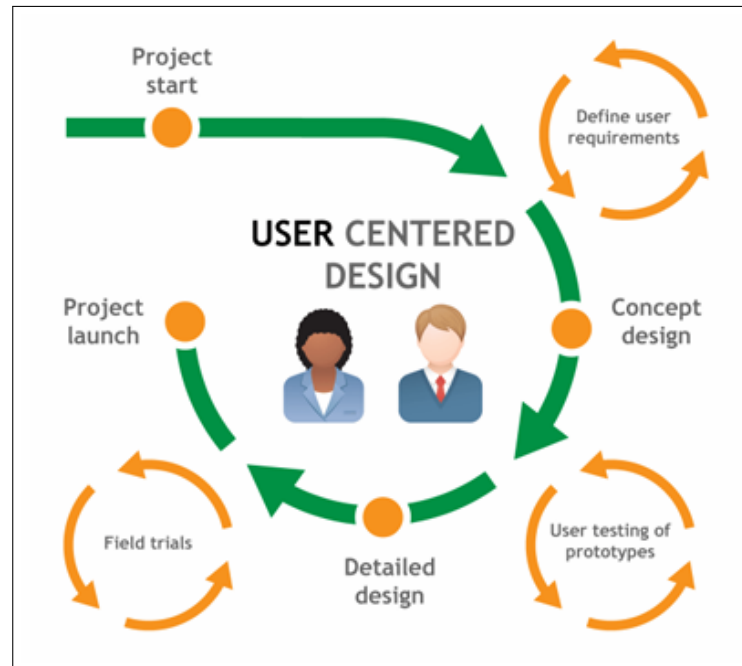


Figura 2 – Representação do processo de UCD. Fonte: Harianja (2020).

2.1.2.3 Fases do Processo de *design*

- ❑ **Pesquisa e planejamento:** Nesta etapa, o foco é compreender qual problema precisa ser resolvido e planejar os próximos passos do projeto. São utilizados elementos da Engenharia de *Software* (ESOF), como a coleta de informações, análise de necessidades e requisitos, para definir os objetivos do projeto de forma clara e eficaz.
- ❑ **Desenvolvimento de protótipo:** Após as entrevistas e o planejamento, iniciam-se os protótipos, primeiro de baixa (Figura 3) e depois de alta fidelidade. Eles testam e exploram soluções antes da implementação final, permitindo ajustes rápidos e eficazes. Essa etapa pode ser demorada devido à necessidade de revisões contínuas conforme o cliente aprova partes do projeto.
- ❑ **Testes e avaliações:** Os protótipos desenvolvidos foram avaliados com base em técnicas de IHC, como o *Feedback* dos Usuários (FU), com foco na usabilidade das funcionalidades propostas. As sugestões de melhoria foram feitas a partir da análise inspecional, com o objetivo de tornar a interface mais clara e funcional para o uso educacional.
- ❑ **Iteração contínua:** O *design* segue um ciclo iterativo e incremental, muitas vezes adotando o modelo em espiral. A cada conclusão de uma fase, o FU permite iniciar novas melhorias, refinando continuamente o produto até que ele esteja totalmente alinhado com as expectativas e necessidades do público.



Figura 3 – Exemplo de protótipo de baixa fidelidade. Fonte: Next4 (2024).

Para que o *design* alcance seu potencial máximo e atenda às necessidades dos usuários, é essencial manter um ciclo contínuo de ajustes e melhorias. Esse processo é apoiado por técnicas de avaliação da IHC, como a inspeção heurística e o FU, que auxiliam na identificação de problemas de usabilidade. A análise HTA, por sua vez, permite decompor e compreender as tarefas envolvidas, revelando pontos críticos de interação. Com essa abordagem combinada, é possível ajustar a interface de forma mais precisa, garantindo que as funcionalidades estejam alinhadas aos objetivos propostos e sejam mais fáceis de utilizar.

2.1.3 HTA

A HTA é uma técnica usada para entender como os usuários interagem com sistemas ao realizar suas tarefas. Essa abordagem analítica identifica as tarefas necessárias para atingir objetivos e como se relacionam, permitindo aos projetistas criar soluções mais eficazes e alinhadas às reais necessidades dos usuários.

Dessa forma, a HTA é crucial para o desenvolvimento de interfaces e sistemas, pois oferece uma visão clara do que os usuários realmente fazem, em vez do que se presume que eles façam. Isso é fundamental para:

- ❑ Melhorar a usabilidade do sistema;
- ❑ Aprimorar o desempenho dos usuários;
- ❑ Informar decisões de *design*.

2.1.3.1 Estrutura da Análise HTA

De modo geral, as tarefas complexas são divididas em tarefas menores, seguindo uma hierarquia (Figura 4) de diferentes níveis de abstração:

- ❑ **Meta:** é o objetivo final que o usuário deseja alcançar.
- ❑ **Tarefa:** é uma série de ações que o usuário deve executar para atingir a sua meta.
- ❑ **Ação:** as ações são os passos individuais que compõem uma tarefa.

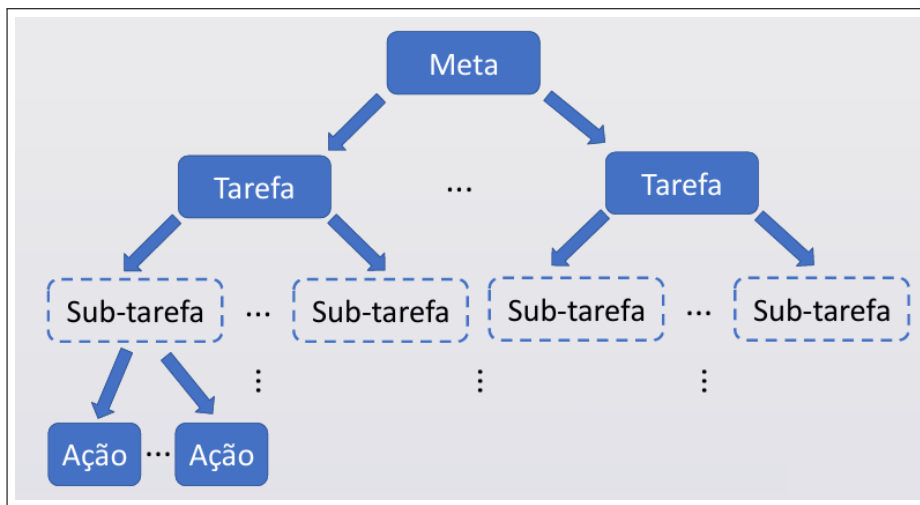


Figura 4 – Estrutura hierárquica de análise HTA. Fonte: criado pelo autor.

2.1.3.2 Categorias e Métodos de Análise de Tarefas

A Análise de Tarefas pode ser executada de diferentes maneiras, dependendo do foco:

- ❑ **Métodos focados na lógica:** se concentram nas etapas lógicas que devem ser seguidas para atingir um objetivo. Exemplo: fluxogramas.
- ❑ **Métodos focados na cognição:** exploram como os usuários processam informações e tomam decisões ao realizar tarefas. Incluem técnicas como entrevistas e observações.
- ❑ **Classificação das Tarefas:** Segundo Balbo, Ozkan e Paris (2004), as técnicas para classificação de tarefas podem ser classificadas em diferentes categorias, como:
 - **Obrigatórias:** tarefas que devem ser realizadas para atingir a meta.
 - **Paralelas:** tarefas que podem ser realizadas para atingir a meta.
 - **Naturais:** tarefas que se realizam de maneira intuitiva para o usuário.
 - **Cometidas com erros:** tarefas propensas a erros, onde os usuários podem desviar do caminho correto.

2.1.3.3 Processo de Análise HTA

Para realizar uma análise eficaz de tarefas, é essencial seguir um processo estruturado. As principais etapas desse processo incluem:

- ❑ Definição dos objetivos;
- ❑ Coleta de dados;
- ❑ Decomposição de tarefas;
- ❑ Validação com especialistas.

Na análise HTA, um **plano** define a ordem em que os subobjetivos devem ser alcançados, como na Figura 5.

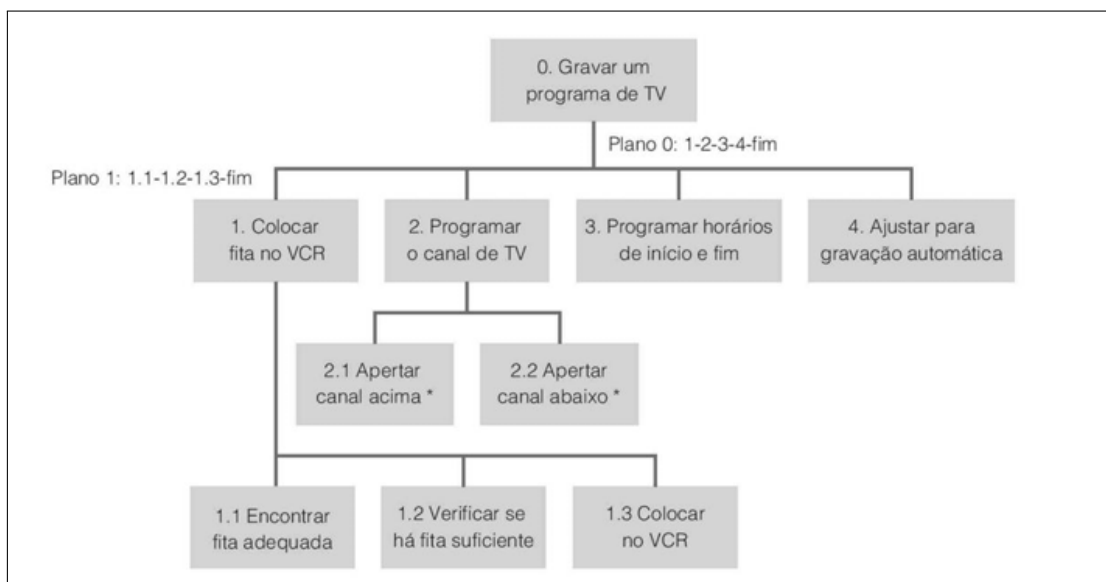


Figura 5 – Plano para programar um videocassete. Fonte: criado pelo autor.

2.1.4 Organização e Classificação da Informação

A organização e classificação da informação são aspectos centrais no desenvolvimento de sistemas interativos eficientes, sendo uma das principais responsabilidades da Arquitetura da Informação (AI) no campo da IHC. A organização clara e fácil navegação dos dados possibilita aos usuários encontrar rapidamente as informações de que precisam, facilitando o seu uso.

2.1.4.1 Arquitetura da Informação

A AI é responsável por estruturar os elementos em um sistema, organizando o conteúdo da melhor forma para que ele seja compreensível e navegável (ROCHA; BARBOSA; AGA-NETTE, 2021). De acordo com Rosenfeld e Morville (2002), o objetivo da AI é facilitar

a interação do usuário com o sistema, proporcionando acesso rápido às informações e às funcionalidades desejadas pelo usuário, por meio de sistemas de organização, navegação, rotulação e busca.

É importante lembrar que *layout* está relacionado com os elementos visuais da interface, e arquitetura diz respeito à estrutura e disposição dos elementos na interface.

2.1.4.2 Elementos Arquiteturais

- ❑ **Sistemas de Organização:** classificam o conteúdo e definem como as informações são categorizadas e ordenadas de acordo com regras estabelecidas. Esses sistemas podem ser **exatos** (alfabéticos, cronológicos, geográficos) com as informações bem divididas e regras claras para inclusão de novas informações ou **subjativos** (assunto, público-alvo, tema ou conteúdo), como ilustra a Figura 6.

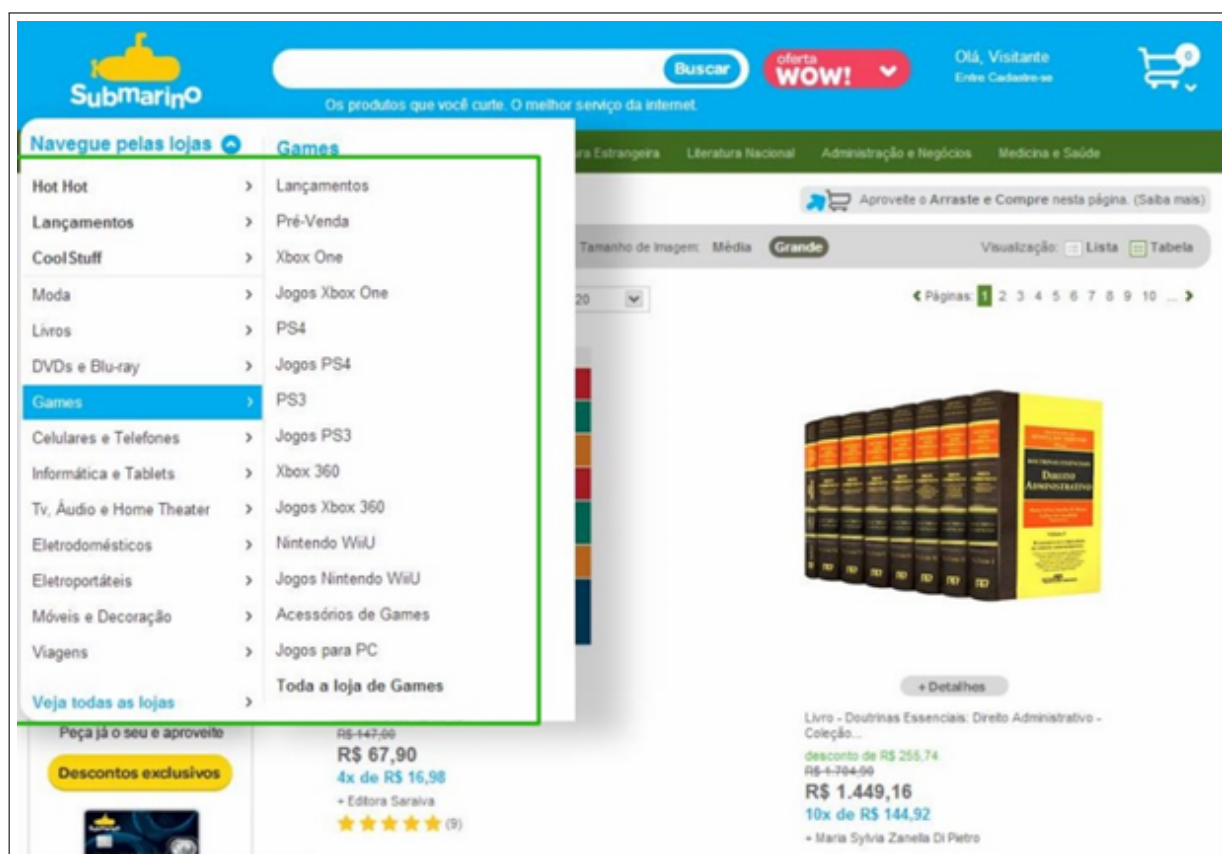


Figura 6 – Exemplo de sistema de organização por assunto. Fonte: Adaptado de Submarino (2024).

- ❑ **Sistemas de Navegação:** responsáveis por guiar os usuários através do conteúdo de uma interface de maneira eficiente e intuitiva. Eles garantem que o usuário consiga se localizar e realizar suas tarefas com o menor esforço possível. Para isso, existem duas formas de navegação que podem ser implementadas em um sistemas:

- **Embutida:** refere-se a elementos que estão diretamente integrados na interface principal, como menus globais, *breadcrumbs* e botões de navegação. Esses componentes ajudam o usuário a se mover dentro do sistema de forma rápida e lógica, fornecendo um caminho para retornar ou acessar diferentes áreas e funcionalidades da interface.
- **Remota:** abrange os elementos que fornecem uma visão geral ou um suporte para encontrar o conteúdo do sistema, como mapas do site ou índices remissivos (Figura 7). Esse tipo de navegação é útil para sistemas maiores e mais complexos, permitindo que os usuários encontrem facilmente áreas específicas sem a necessidade de percorrer toda a interface manualmente.

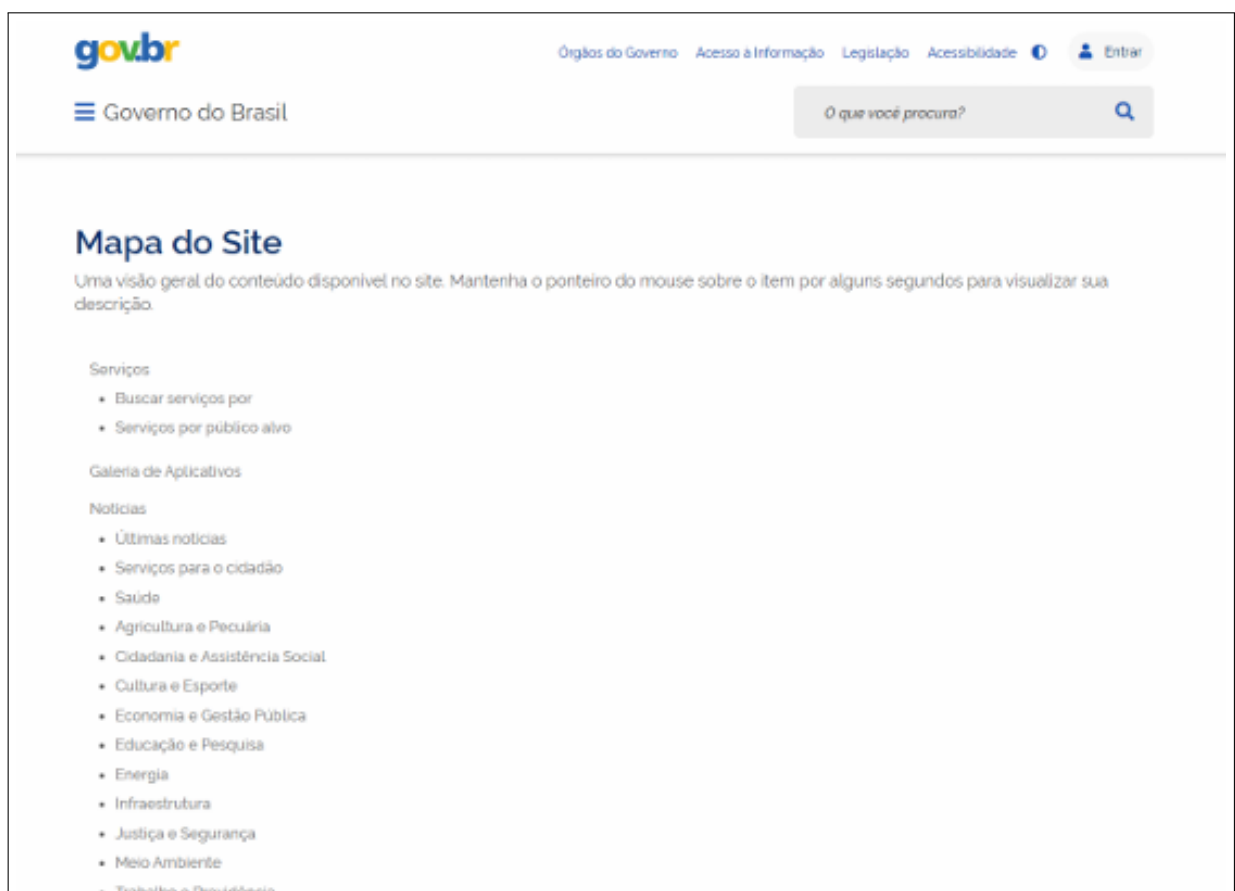


Figura 7 – Exemplo de página *web* com mapa do site (sistema de navegação remota).
Fonte: adaptado de Brasil (2024).

Nos dois casos acima, o objetivo da navegação é reduzir o número de cliques e o tempo de busca, além de garantir que o usuário sempre saiba onde está dentro da estrutura do sistema. Isso aumenta a confiança no uso da interface e a eficiência na realização de tarefas.

- ❑ **Sistemas de Rotulação:** determinam como os elementos da interface serão apresentados, utilizando títulos, ícones e outras formas de identificação, de modo que os usuários compreendam rapidamente a função e o propósito de cada componente. Uma rotulação eficaz facilita a navegação, permitindo que os usuários se desloquem pela interface sem precisar de suporte externo, o que torna a interação mais fluida. Para isso, os rótulos devem ser claros e objetivos, remetendo diretamente à função que desempenham, e devem ser elaborados levando em conta o público-alvo, utilizando terminologia familiar e acessível. Um exemplo desse sistema é mostrado na Figura 8.



Figura 8 – Exemplo de página *web* com sistema de rotulação. Fonte: adaptado de Walmart (2024).

- ❑ **Sistemas de Busca:** são projetados para auxiliar os usuários a localizarem informações específicas de forma rápida e eficiente. Devem fornecer resultados relevantes e permitir que o usuário refine suas consultas quando necessário (Figura 9).

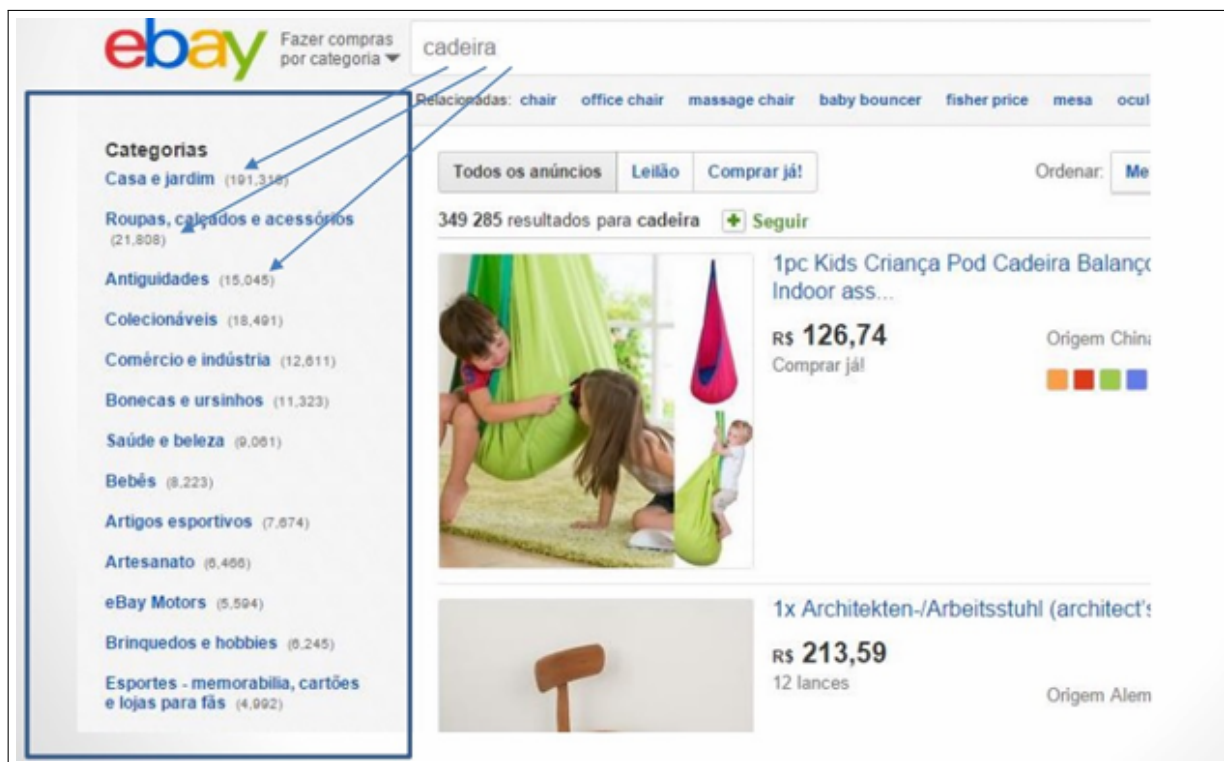


Figura 9 – Exemplo de página *web* com sistema de busca. Fonte: adaptado de eBay (2024).

2.1.4.3 Heurísticas de Avaliação:

As heurísticas de avaliação são princípios gerais que auxiliam no *design* e avaliação da usabilidade de interfaces. Fornecem diretrizes para identificar problemas e garantir que o sistema atenda às expectativas do usuário. Alguns exemplos de heurísticas incluem:

- ❑ **Visibilidade do status do sistema:** o usuário deve sempre estar ciente do que está acontecendo, com *feedback* adequado em tempo razoável.
- ❑ **Consistência e padrões:** o sistema deve seguir padrões de interface que sejam familiares aos usuários, mantendo consistência entre páginas e funcionalidades.
- ❑ **Controle e liberdade do usuário:** os usuários devem ter o controle sobre suas ações e a possibilidade de desfazer ou refazer operações facilmente.

2.1.4.4 Métricas de Usabilidade

As métricas de usabilidade são ferramentas fundamentais para avaliar a qualidade da interação do usuário com um sistema. Elas medem aspectos como:

- ❑ **Efetividade:** o quão bem o sistema permite que os usuários alcancem seus objetivos.

- ❑ **Eficiência:** a quantidade de esforço e recursos necessários para completar uma tarefa.
- ❑ **Satisfação:** a experiência geral de uso, incluindo a satisfação do usuário com a interface e os resultados alcançados.

Uma ferramenta amplamente utilizada para medir essas métricas é a Escala de Usabilidade do Sistema (SUS) (TEIXEIRA, 2015), que permite avaliar a usabilidade de um sistema com base em uma pontuação numérica, facilitando a comparação entre diferentes versões do sistema ou entre sistemas concorrentes.

2.1.5 Avaliação em IHC: Inspeção

A avaliação de sistemas interativos pode ser conduzida por diferentes métodos, como inspeções realizadas por especialistas e observações envolvendo usuários reais (BIM; SALGADO; LEITÃO, 2016). Essas abordagens são essenciais para garantir que a interface atenda aos critérios de usabilidade, além de aumentar o nível de satisfação dos usuários.

2.1.5.1 Heurísticas de Nielsen

As heurísticas de Nielsen (1993) são um conjunto de dez princípios amplamente reconhecidos para avaliar a usabilidade de interfaces. Elas fornecem diretrizes para identificar problemas e assegurar que o sistema seja intuitivo e satisfatório para o usuário, facilitando a inspeção de aspectos essenciais da interface:

1. Visibilidade do status do sistema.
2. Compatibilidade entre o sistema e o mundo real.
3. Controle e liberdade para o usuário.
4. Consistência e Padronização.
5. Prevenção de erros.
6. Reconhecimento em vez de memorização.
7. Eficiência e flexibilidade de uso.
8. Estética e *design* minimalista.
9. Ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros.
10. Ajuda e documentação.

2.1.5.2 Inspeção de Usabilidade

A Inspeção de Usabilidade (IU) é uma técnica que se baseia na avaliação realizada por especialistas sem a participação direta dos usuários, com objetivo de identificar problemas de interface de forma rápida e eficiente. Entre os principais tipos de inspeção, destacam-se:

- ❑ **Revisão Heurística:** os especialistas avaliam a interface seguindo como referência um conjunto de heurísticas de usabilidade, como as de Nielsen para identificar falhas e problemas.
- ❑ **Inspeção Cognitiva:** focado em como os usuários irão interagir e realizar as tarefas na interface, avaliando se o sistema suporta bem as ações escolhidas pelos usuários.

Esse método é eficiente para detectar problemas nas fases iniciais de desenvolvimento pois depende exclusivamente da experiência dos avaliadores.

2.1.5.3 Coleta de Dados

Durante a avaliação, é essencial definir o método de coleta de dados mais adequado.

- ❑ **Qualitativas:** envolvem a análise de entrevistas, observações e anotações do processo de interação.
- ❑ **Quantitativas:** utilizam questionários como o SUS e métricas objetivas para medir critérios como eficiência, eficácia e satisfação.

2.2 Trabalhos Relacionados

Os trabalhos a seguir discutem temas fundamentais que estão diretamente ligados ao foco da nossa pesquisa, que investiga a aplicação de técnicas de IHC na avaliação de usabilidade e *redesign* de ferramentas de *software* para análise estatística.

2.2.1 A quick introduction to R and RStudio

O estudo de Krotov (2017) oferece uma introdução prática ao *software* livre R (R Core Team, 2024) e ao ambiente RStudio (RStudio Team, 2024), especialmente para iniciantes em R com alguma experiência em programação. Primeiramente, descreve as vantagens do R para análise de dados, com ferramentas para estatísticas e visualizações. R inclui operadores para cálculos com matrizes e arrays e permite integração com outras linguagens, como C e Python, otimizando o desempenho.

Em seguida, o tutorial explica o RStudio, um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) que facilita o uso do R, oferecendo uma interface organizada para edição e execução de códigos (Figura 10), além de ferramentas de depuração e visualização. São abordados

também os pacotes do R, que ampliam suas funcionalidades, como o pacote `ggplot2`¹ para gráficos avançados e o `knitr`² para criar relatórios dinâmicos.

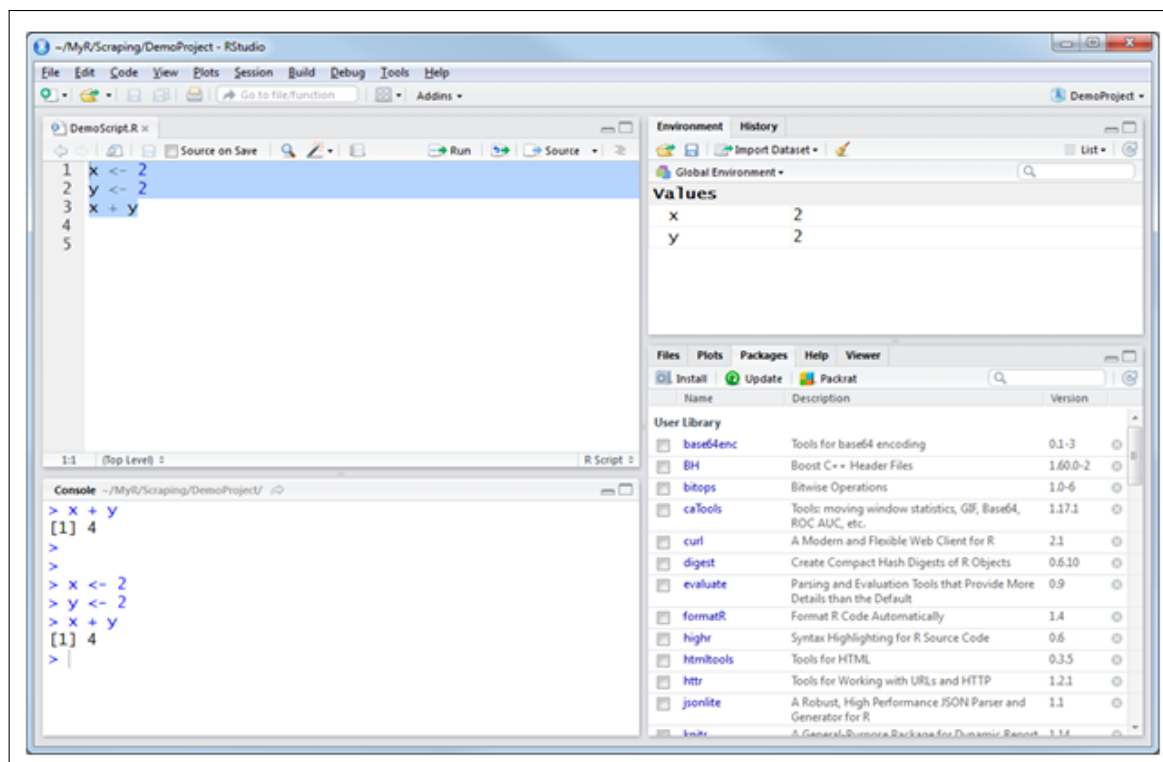


Figura 10 – GUI do RStudio, que é dividida em 4 seções. Fonte: (KROTOV, 2017).

Por fim, o estudo explora a sintaxe básica do R, incluindo operações matemáticas, criação de vetores e data frames (estruturas de dados), e uso de loops e condicionais. Com exemplos práticos, o tutorial ensina comandos básicos para manipulação de dados e execução de funções, ajudando o leitor a realizar análises simples no R.

2.2.2 *Redesign* da interface do sistema debugandoed e investigação das percepções de estudantes e profissionais sobre a proposta

O trabalho de Zanetti (2023) é um exemplo prático de como a teoria de UI/UX pode ser aplicada de forma eficaz para aprimorar sistemas educacionais. Com base em princípios como as heurísticas de Jakob Nielsen e a teoria de Gestalt, ele demonstra a importância de um *design* estruturado para a usabilidade e a satisfação do usuário. Modificações como ajuste de cores, inclusão de ícones reconhecíveis e reorganização dos menus visam criar uma interface mais intuitiva e acessível, facilitando a navegação e melhorando a interação geral com o sistema DebugandoED³, de Borges (2023).

¹ <https://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html>

² <https://cran.r-project.org/web/packages/knitr/index.html>

³ <https://debugandoed.facom.ufu.br/>

Outro ponto relevante é a abordagem metodológica adotada no estudo. A prototipagem via Figma⁴, junto à coleta de percepções de estudantes e profissionais (Figura 11), permitiu uma análise cuidadosa das alterações na interface.

Dessa forma, a pesquisa garantiu que as mudanças fossem testadas e validadas antes de uma implementação completa, evidenciando a importância do FU na criação de interfaces mais eficazes. A metodologia exemplifica como ajustes teóricos podem ser aplicados de forma prática, aumentando o engajamento e a eficiência do sistema.

Em conclusão, o autor destaca o papel da integração entre fundamentos de IHC e a prática de desenvolvimento de sistemas educacionais. Embora aplicado ao ensino de programação, o estudo sugere que um *design* bem planejado e centrado no usuário pode transformar a experiência educacional, promovendo tanto a satisfação quanto o engajamento dos alunos, assim como uma interação mais intuitiva e eficiente com o sistema.

1) Qual das telas possui um layout mais atrativo e visualmente agradável? *

☐ Imagem A

☐ Imagem B

☐ Ambas

☐ Nenhuma

2) Qual tela de cadastro proporciona uma experiência mais confortável e intuitiva? *

☐ Imagem A

☐ Imagem B

☐ Ambas

☐ Nenhuma

3) Qual tela de cadastro possui uma organização de informações mais clara e fácil de entender? *

☐ Imagem A

☐ Imagem B

☐ Ambas

☐ Nenhuma

4) Qual tela de cadastro distribui os campos de entrada (como nome, email, etc) de forma mais eficiente? *

☐ Imagem A

☐ Imagem B

☐ Ambas

☐ Nenhuma

Figura 11 – Exemplo de perguntas aplicadas no questionário utilizado por Zanetti (2023).

⁴ <https://www.figma.com/pt-br/>

2.2.3 Avaliação do *software* BioEstat para o ensino de estatística nos cursos de graduação

O estudo de Silva et al. (2014) examina o potencial do *software* BioEstat 5.3 como uma ferramenta pedagógica para o ensino de estatística em cursos de graduação. Diante da dificuldade comumente enfrentada pelos alunos nessa disciplina, o uso do BioEstat visa facilitar o entendimento e aplicação de métodos estatísticos, promovendo um aprendizado mais interativo e eficiente.

A avaliação do *software* envolveu uma análise externa, utilizando um método de checklist para medir critérios como usabilidade, documentação e interface (Figura 12). Os autores destacam a facilidade de uso do BioEstat, especialmente em testes paramétricos e não-paramétricos, enfatizando sua clareza na apresentação dos resultados e a simplicidade de execução dos testes estatísticos. O *software* apresentou alto desempenho em termos de velocidade e acessibilidade, características que o tornam uma ferramenta prática e atraente para estudantes.

Conclui-se que o BioEstat contribui significativamente para o engajamento dos alunos com a estatística, além de ser gratuito e de fácil instalação. O estudo recomenda sua adoção como um complemento ao ensino de estatística, pois o *software* potencializa a interação e o interesse dos estudantes, o que pode auxiliar na superação da resistência e aversão comuns à disciplina.

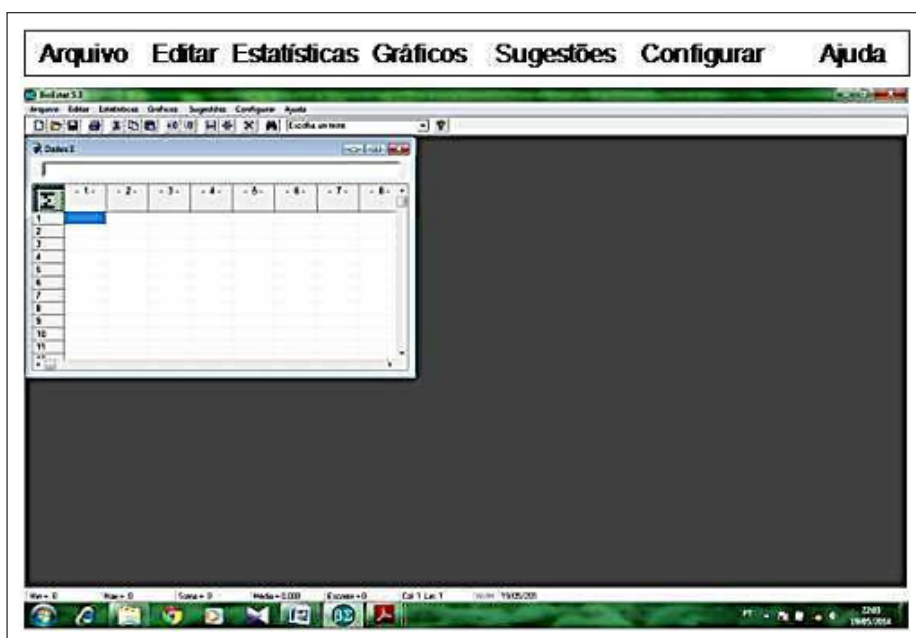


Figura 12 – GUI do *software* BioEstat. Fonte: (SILVA et al., 2014).

2.2.4 Marketing analytics with RStudio: a *software* review

O artigo de Dege e Brüggemann (2024) é uma revisão do *software* RStudio, utilizado amplamente na análise de dados, com enfoque nas aplicações em marketing analítico. RStudio é destacado por sua ampla gama de funcionalidades, como a possibilidade de importar, manipular, e analisar dados, além de criar visualizações. Os autores descrevem a estrutura do *software*, com áreas que facilitam a navegação entre scripts, dados, pacotes e resultados gráficos (Figura 13).

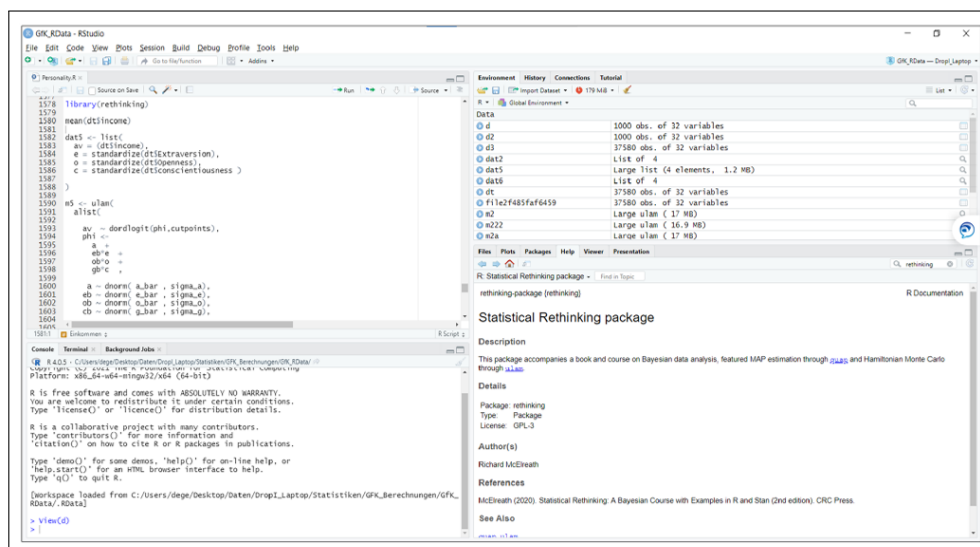


Figura 13 – Estrutura do *software* RStudio. Fonte: (DEGE; BRÜGGEMANN, 2024).

A análise inclui exemplos de comandos básicos e mais avançados, com foco nas funcionalidades de RStudio e dos pacotes complementares. Funções avançadas, como criação de funções personalizadas, novos pacotes e aplicações específicas para marketing, como análise de cluster e mineração de texto, são discutidas. Essas capacidades tornam o RStudio ideal para lidar com grandes conjuntos de dados, que são comuns na área de marketing.

Em conclusão, os autores recomendam o uso do RStudio em marketing analítico, destacando que, apesar da curva de aprendizado, a ferramenta oferece amplas possibilidades estatísticas. Por ser gratuito e open-source, é acessível a pesquisadores e profissionais de marketing e outras áreas.

2.2.5 Considerações Finais

Esses trabalhos complementam a pesquisa, oferecendo uma base sólida de estudos voltados à usabilidade e ao *redesign*, contribuindo para o desenvolvimento de soluções mais eficientes no contexto educacional.

A partir da análise da Tabela 1, observa-se que somente o estudo de Silva et al. (2014) utilizou a ferramenta estatística BioEstat, enquanto os trabalhos de Krotov (2017) e Dege e Brüggemann (2024) concentraram-se no uso do RStudio.

Tabela 1 – Resumo Comparativo dos Trabalhos Relacionados

Trabalhos relacionados	RStudio	BioEstat	IU	FU	Inclusão Social
(KROTOV, 2017)	✓	✗	✗	✗	✗
(ZANETTI, 2023)	✗	✗	✓	✓	✓
(SILVA et al., 2014)	✗	✓	✗	✗	✗
(DEGE; BRÜGGEMANN, 2024)	✓	✗	✗	✗	✗
(SILVA JUNIOR, 2025)	✓	✗	✓	✓	✓

Ademais, o estudo de Zanetti (2023) aborda aspectos relacionados à usabilidade e à interface de um *software* educacional de programação. Esse trabalho aplicou técnicas de IHC com base em princípios heurísticos e coleta de percepções dos usuários, a fim de propor melhorias que tornem a interação com o sistema mais simples e funcional.

Considerando os trabalhos correlatos, este estudo propõe melhorias para ferramentas estatísticas por meio da aplicação de técnicas da IHC, como a inspeção heurística e a análise HTA. O objetivo é facilitar a realização de tarefas em ambientes computacionais voltados ao ensino de estatística, tornando o uso mais acessível a estudantes com diferentes níveis de familiaridade com essas ferramentas.

No contexto das ferramentas estatísticas, esta pesquisa aponta para a necessidade de adaptações que considerem o ponto de vista do usuário e incorporem princípios de usabilidade e eficiência. Tais adaptações visam otimizar o processo de ensino e aprendizagem de métodos quantitativos, por meio da criação de interfaces mais diretas e funcionais.

Experimentos e Análise dos Resultados

Este capítulo apresenta como serão conduzidos experimentos e os resultados obtidos da aplicação dos mesmos.

3.1 Materiais e Métodos

Esta seção descreve os métodos e materiais utilizados para selecionar e avaliar as ferramentas estatísticas, bem como os critérios e procedimentos adotados para garantir a validade dos resultados obtidos.

3.1.1 Seleção de Ferramentas Estatísticas

Para atender ao primeiro objetivo específico, foram selecionadas ferramentas estatísticas gratuitas que são utilizadas em contextos educacionais. Entre as ferramentas escolhidas estão BioEstat¹ e RStudio², selecionadas com base em estudos prévios de Silva et al. (2014) e Krotov (2017) que indicam a sua relevância no ensino de estatística.

No entanto, após consultas com professores da área de estatística, optou-se por focar exclusivamente no RStudio. Essa decisão foi motivada por diversos fatores. Primeiramente, o RStudio é amplamente utilizado no meio acadêmico e profissional, oferecendo uma interface versátil para análises estatísticas em diferentes níveis de complexidade. Esse *software* conta com um ecossistema robusto de pacotes, como o RCmdr³, que fornece uma interface gráfica facilitada para cálculos estatísticos, tornando-o acessível também para usuários com pouca experiência em programação.

Outro fator relevante é sua facilidade de instalação e compatibilidade com diferentes sistemas operacionais, sem exigir configurações complexas. Além disso, sua ampla adoção garante uma vasta documentação e suporte da comunidade, facilitando o aprendizado e a aplicação prática da ferramenta.

¹ <https://mamiraua.org.br/downloads/programas/>

² <https://www.r-project.org/>

³ <https://cran.r-project.org/web/packages/Rcmdr/index.html>

3.1.2 Contextualização dos Conteúdos Estatísticos

A escolha pela **estatística descritiva** deve-se à sua importância na exploração inicial dos dados e ampla aplicação no ensino e na prática profissional. Além de serem fundamentais para a interpretação de informações, essas operações são comuns nas ferramentas estatísticas, permitindo uma análise focada na usabilidade das funcionalidades básicas, independentemente do nível de experiência do usuário.

Para garantir a relevância e aplicabilidade dos resultados, foram selecionadas funcionalidades amplamente presentes nas interfaces das ferramentas estatísticas, como o cálculo automático de **medidas de tendência central** (média, mediana e moda), a **visualização gráfica** rápida de dados (por meio de histogramas e gráficos de barras), e a **exportação de resultados** em formatos diversos, como PNG e PDF. Essas funcionalidades foram escolhidas por serem intuitivas, exigirem poucos passos e atenderem aos principais objetivos de análise em contextos educacionais.

O sistema será avaliado com base nos princípios e conceitos da IHC, com foco na identificação de funcionalidades que apresentam desafios de usabilidade, como excesso de etapas, baixa clareza ou estrutura de navegação confusa. A abordagem adotada é inspecional, por meio de técnicas como análise heurística e HTA, aplicadas diretamente à interface do pacote *Rcmdr*. As funcionalidades com maior potencial de melhoria foram selecionadas para embasar o desenvolvimento de um protótipo de alta fidelidade, que busca tornar o uso da ferramenta mais direto e funcional em ambientes educacionais.

3.1.2.1 Sequência de Passos de Avaliação

A sequência de passos de avaliação tem como objetivo verificar a usabilidade das ferramentas estatísticas em dois contextos distintos: linha de comando (*console*) e GUI. Para cada contexto, serão fornecidas instruções detalhadas para a execução de tarefas específicas, como o cálculo de medidas de tendência central e a geração de gráficos. Além disso, serão realizados testes de importação de arquivos de dados, garantindo uma comparação consistente entre os dois ambientes.

Os resultados da aplicação da análise por inspeção para cada sequência serão apresentados.

3.1.2.2 Testes no *Console*

Foi realizada uma análise por inspeção das etapas necessárias para calcular medidas de posição central e gerar gráficos utilizando a linha de comando. Também foram analisados os procedimentos para importar arquivos de dados no formato *.xlsx*. A sequência de ações foi decomposta com base na técnica de HTA, permitindo avaliar a clareza, a complexidade e o esforço exigido para a execução das tarefas. A análise considerou as possíveis dificuldades enfrentadas por usuários com pouca familiaridade com o *RStudio*.

1. Abrir um Novo *Script* no RStudio

- ❑ Abra o **RStudio**.
- ❑ No canto superior esquerdo, clique em **File** → **New File** → **R Script**.
- ❑ Um editor em branco aparecerá no painel superior esquerdo. Esse será o local onde você escreverá o código.

2. Importar um *Dataset* no RStudio

- ❑ No menu superior, clique em **File** → **Import Dataset** → **From Excel**.
- ❑ Uma nova janela será aberta.
 - a) No campo **File/URL**, insira o caminho completo do arquivo Excel ou clique no botão **Browse...** para navegar manualmente até o arquivo no seu computador.
 - b) Verifique a prévia dos dados exibida na janela. Certifique-se de que as colunas e linhas estejam corretas.
 - c) Clique em **Import** no canto inferior direito da janela.
- ❑ O *dataset* será carregado, e um objeto com o nome da base será criado no painel **Environment** (canto superior direito).

Observação

- ❑ No RStudio, após importar seu *dataset*, localize o nome do objeto no painel **Environment**. Para renomeá-lo, abra o **Console** ou o **Script** e digite o comando:

```
nome_da_base <- dados_originais
```

- ❑ Esse comando cria um novo objeto chamado `nome_da_base` com os mesmos dados de `dados_originais`. Se não precisar mais do nome antigo, você pode removê-lo com o comando:

```
rm(dados_originais)
```

- ❑ Agora, o *dataset* está renomeado e você pode trabalhar com o novo nome. Para visualizar, basta digitar:

```
View(nome_da_base)
```

3. Visualizar os Dados Importados

- ❑ No painel **Console** (inferior esquerdo), digite o seguinte comando, substituindo `nome_da_base` pelo nome do objeto criado:

```
View(nome_da_base)
```

- ❑ Isso abrirá uma tabela no painel superior direito, permitindo que você visualize os dados.

4. Calcular a Média de uma Variável (Altura)

- ❑ Supondo que sua base de dados tenha uma coluna chamada `altura`, calcule a média com o seguinte comando:

```
mean(nome_da_base$altura, na.rm = TRUE)
```

- ❑ **Dica:** O parâmetro `na.rm = TRUE` garante que valores ausentes (NA) sejam ignorados no cálculo

5. Calcular a Mediana ou Moda (CRA)

- ❑ Para calcular a **mediana** da coluna `peso`, use:

```
median(nome_da_base$CRA, na.rm = TRUE)
```

- ❑ Não existe uma função nativa para **moda** no R, mas você pode usar este código e criar a própria função:

```
moda <- function(x) {  
  unique_x <- unique(x)  
  unique_x[which.max(tabulate(match(x, unique_x)))]  
}  
moda(nome_da_base$CRA)
```

6. Criar um Gráfico de Colunas (Altura)

- ❑ Para criar um gráfico de colunas com a variável `altura`, use o código:

```
library(ggplot2)  
ggplot(nome_da_base, aes(x = altura)) +  
  geom_bar(fill = "skyblue", color = "black") +  
  labs(title = "Gráfico de Colunas - Altura",  
       x = "Altura", y = "Frequência")
```

- ❑ Para visualizar o gráfico, ele será exibido automaticamente no painel **Plots** (canto inferior direito).

7. Criar e Visualizar um Gráfico de Setores (Gênero ou Meio de Transporte)

- ❑ Se você tiver uma variável qualitativa, como sexo ou transporte, use este código para criar um gráfico de setores:

```
dados_pizza <- as.data.frame(table(nome_da_base$gênero))
ggplot(dados_pizza, aes(x = "", y = Freq, fill = Var1)) +
  geom_bar(stat = "identity", width = 1) +
  coord_polar("y") +
  labs(title = "Gráfico de Pizza - Gênero") +
  theme_void()
```

- ❑ Assim como antes, o gráfico será exibido no painel **Plots**.

8. Exportar os Gráficos

9. Para salvar os gráficos criados

- No painel **Plots**, clique no botão **Export** (no centro do painel).
- Escolha entre **Save as Image...** ou **Save as PDF....**
- Escolha o local e o nome do arquivo no seu computador, e clique em **Save**.

3.1.2.3 Testes na Interface Gráfica (RCmdr)

Nesta etapa, foi realizada uma análise por inspeção das mesmas tarefas executadas no ambiente de linha de comando, agora utilizando o pacote **RCmdr**, que oferece uma interface visual no **RStudio**. As tarefas analisadas incluíram o cálculo de medidas de tendência central, geração de gráficos e importação de dados. A avaliação considerou a clareza e a eficiência da navegação pela interface gráfica. Prints de tela foram utilizados para ilustrar o passo a passo das interações e destacar os elementos relevantes de cada ação.

1. Abrir um Novo *Script* no RStudio

- ❑ Abra o **RStudio**.
- ❑ No canto superior esquerdo, clique em **File** → **New File** → **R Script**.
- ❑ Um editor em branco aparecerá no painel superior esquerdo. Esse será o local onde você escreverá o código.

2. Importar o Pacote RCmdr

- ❑ Para começar, é necessário carregar o pacote **RCmdr** no R. Execute o seguinte código no **Console** do **RStudio**, como indica a Figura 14:

```
install.packages("RCmdr") # Caso não tenha o pacote instalada  
library(RCmdr)           # Carrega o pacote
```

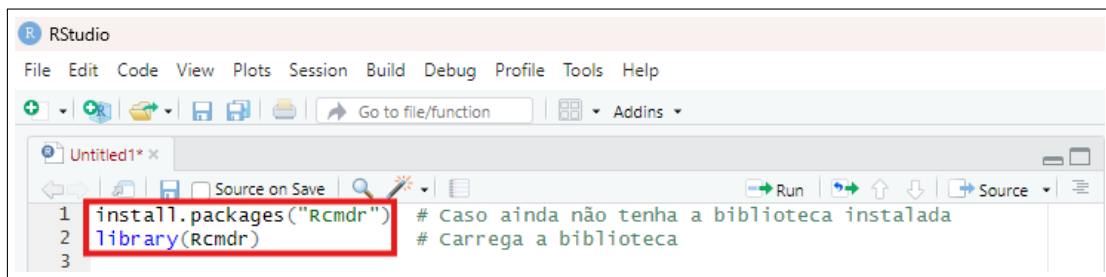


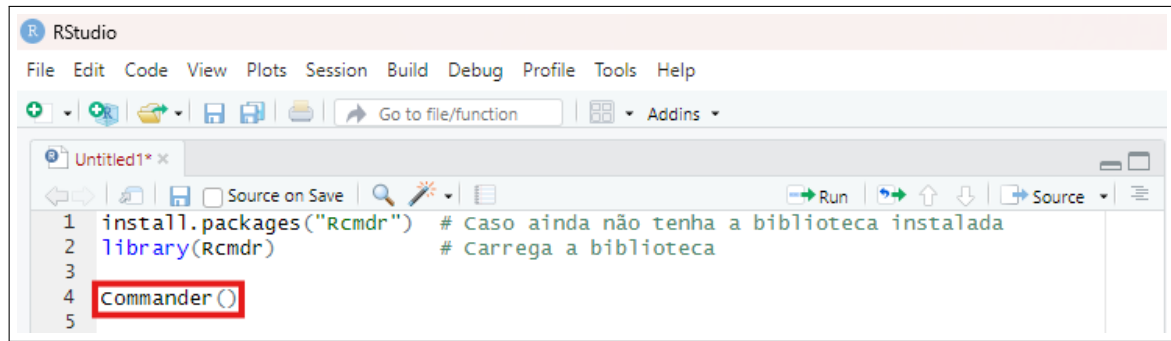
Figura 14 – Script inicial para carregar o pacote e abrir a GUI.

- ❑ Após carregar o pacote, a interface do **RCmdr** será aberta automaticamente (Figura 15).



Figura 15 – Interface do RCmdr.

- ❑ Caso não consiga abrir a janela do **RCmdr**, execute a função `Commander()` para garantir que a interface seja carregada, como indicado na Figura 16.

Figura 16 – Função *Commander()* que força a execução da interface.

3. Abrir a Nova Janela com a Interface do Pacote

- ❑ Após carregar o pacote `RCmdr`, a interface gráfica será aberta automaticamente.
- ❑ A janela do `RCmdr` será exibida, onde você pode acessar todas as opções de análise de dados, gráficos e manipulação de variáveis.
- ❑ A interface do `RCmdr` é dividida em:
 - a) **Menus:** Onde você pode selecionar as opções de análise e gráficos.
 - b) **Caixas de ferramentas:** Para ferramentas rápidas de execução.
 - c) **Área de visualização de dados e resultados:** Onde você pode visualizar as saídas e gráficos gerados.

4. Importar uma Base de Dados e Verificar a Tabela com as Variáveis e Valores

- ❑ Importar arquivo Excel:
 - a) No menu principal do `RCmdr`, clique em **Dados** → **Importar Arquivos de Dados** → **De arquivo do Excel** (Figura 17).

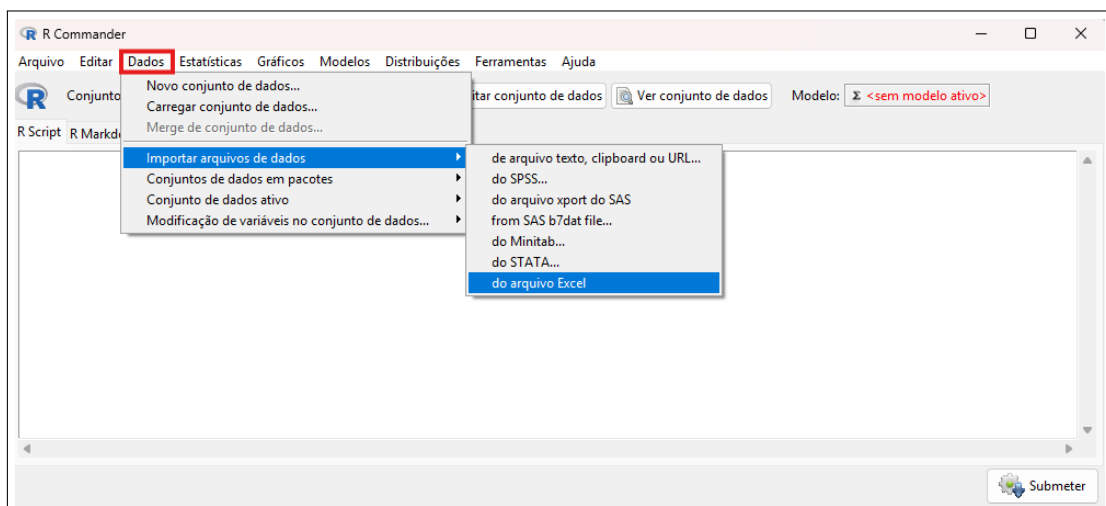


Figura 17 – Caminho para importar um conjunto de dados do Excel.

b) Defina o nome para o seu conjunto de dados e clique em **OK** (Figura 18).

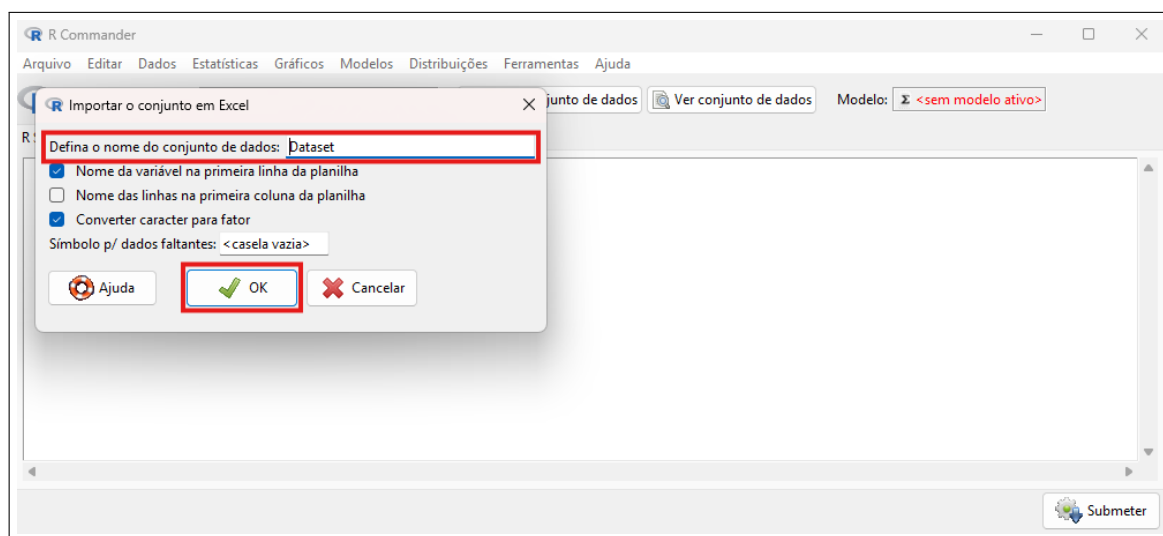


Figura 18 – Tela para importar e renomear o conjunto de dados.

c) Navegue até o arquivo Excel e selecione o arquivo que deseja importar (Figura 19).

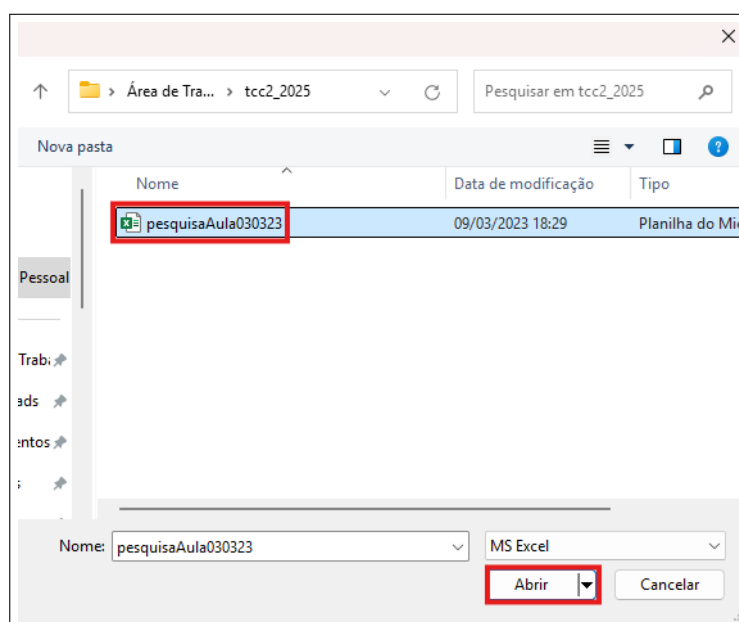


Figura 19 – Tela para seleção do arquivo de dados.

d) Caso o arquivo tenha mais de uma aba, será necessário selecionar qual delas deseja importar (Figura 20).

❑ Verificar e Visualizar a Tabela:

e) Após a importação, uma nova tabela aparecerá no painel **superior** do RCmdr. As variáveis e valores estarão visíveis.

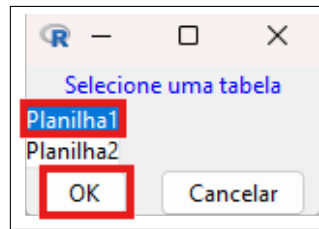


Figura 20 – Opção de selecionar entre as abas da planilha.

- f) Será criado um objeto (Figura 21) correspondente a essa tabela no menu superior direito do RStudio.

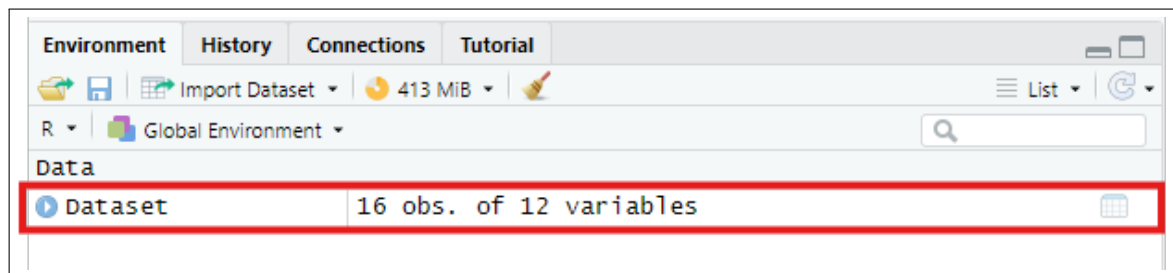


Figura 21 – Objeto chamado *Dataset*, criado após importar os dados.

- g) A visualização da tabela (Figura 22) pode ser feita através da área de dados do RCmdr, clicando no botão **Ver conjunto de dados**. Assim, você poderá revisar rapidamente as variáveis e valores da base.
- h) Também é possível editar as informações da base clicando no botão **Editar conjunto de dados**.

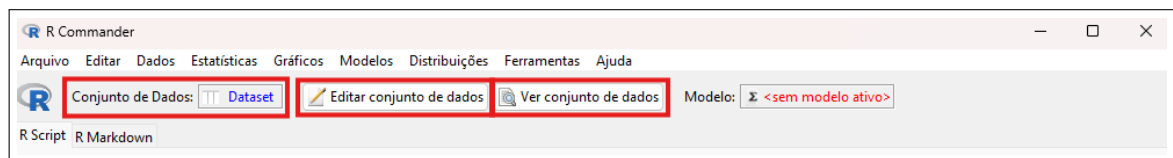


Figura 22 – Opções para edição e visualização dos dados.

5. Selecionar a Opção que Calcula a Média

- ❑ No menu do RCmdr, clique em **Estatísticas** → **Resumos** → **Resumo numérico** (Figura 23).

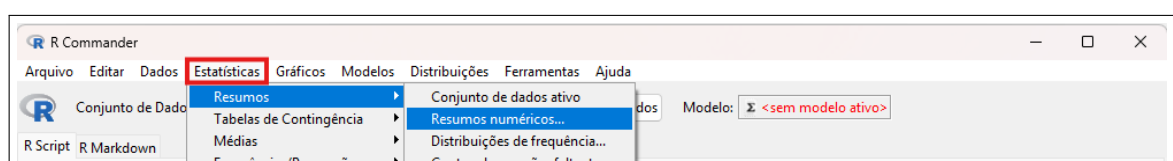


Figura 23 – Caminho para selecionar a opção de resumos numéricos.

- ❑ Escolha as variáveis que deseja analisar e as estatísticas que deseja calcular, depois clique em **OK** (Figura 24).

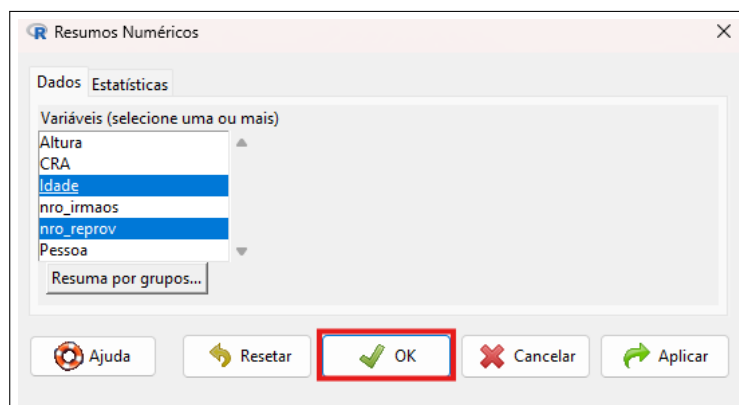


Figura 24 – Tela de resumos numéricos para selecionar as variáveis.

- ❑ **Saída:** As medidas de **média**, **mediana**, **desvio padrão** (e outras) serão exibidas no **console do RStudio** (não no RCmdr) (Figura 25).

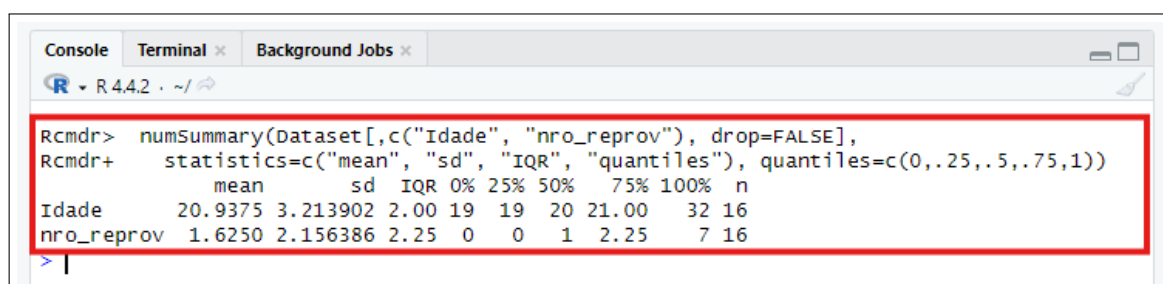


Figura 25 – Resultados do resumo numérico.

6. Calcular a Média de Alguma Variável Discreta

- ❑ O RCmdr calculará automaticamente a média das variáveis que você selecionou na etapa anterior.
- ❑ **Saída:** A média será exibida na primeira coluna do **console do RStudio** (Figura 26), onde você poderá visualizar o valor calculado.

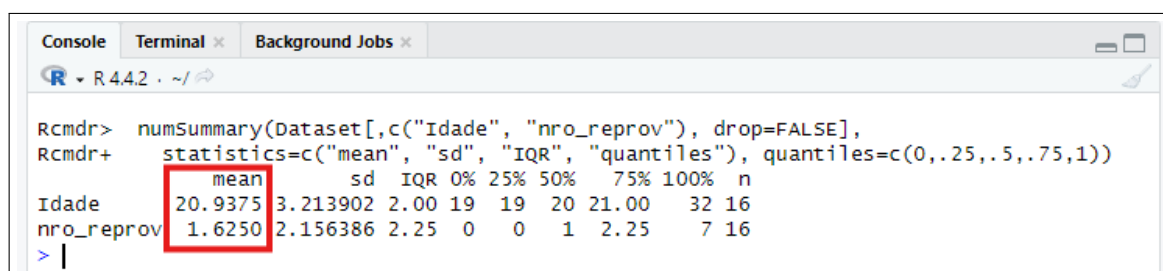
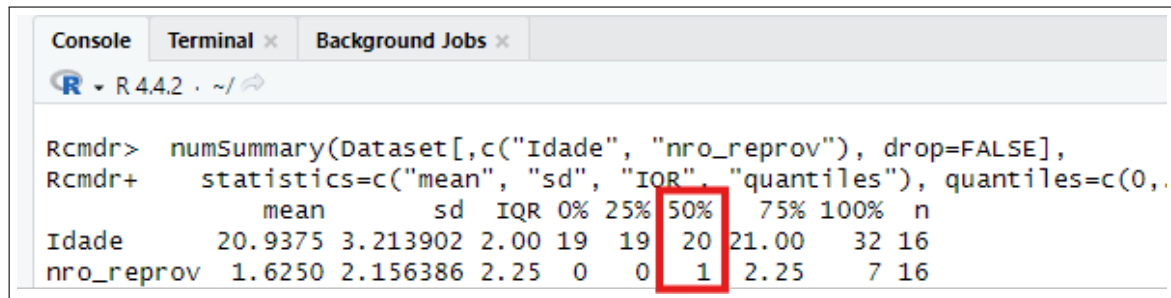


Figura 26 – Resultados do cálculo da média.

7. Selecionar a Opção que Calcula Mediana ou Moda

- ☐ Para calcular a mediana, siga o mesmo procedimento de **Resumo numérico** (do item anterior).
- ☐ Selecione a variável desejada e clique em **OK**.
- ☐ **Saída:** A mediana e outras estatísticas serão apresentadas no *console* do RStudio (Figura 27).



```
Rcmdr> numSummary(Dataset[,c("Idade", "nro_reprov"), drop=FALSE],
Rcmdr+   statistics=c("mean", "sd", "IQR", "quantiles"), quantiles=c(0,.
      mean      sd  IQR 0% 25% 50% 75% 100% n
Idade      20.9375 3.213902 2.00 19 19 20 21.00 32 16
nro_reprov 1.6250 2.156386 2.25 0 0 1 2.25 7 16
```

Figura 27 – Resultados do cálculo da mediana.

Observação

- ☐ Para calcular a **moda** (se necessário), você pode usar o código abaixo no RStudio:

```
moda <- function(x) {
  unique_x <- unique(x)
  unique_x[which.max(tabulate(match(x, unique_x)))]
}
moda(Dataset$nome_da_variavel) # Substitua "nome_da_variavel"
pela variável desejada e "Dataset" pelo nome da base de dados.
```

- ☐ Selecione todo o código (Figura 28) e use as teclas **Ctrl + Enter** para executar a função.

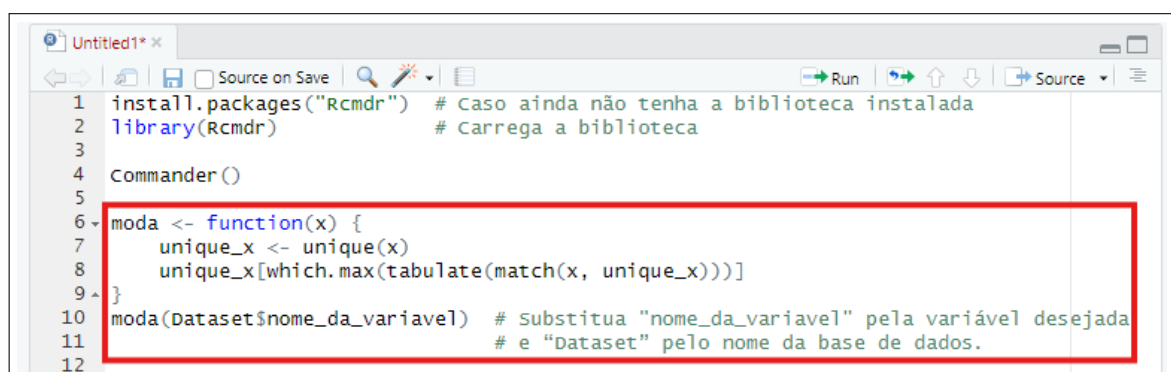


Figura 28 – Função que realiza o cálculo da moda.

8. Selecionar a Opção que Cria e Exibe os Gráficos

- ❑ No menu do RCmdr, clique em **Gráficos** (Figura 29).

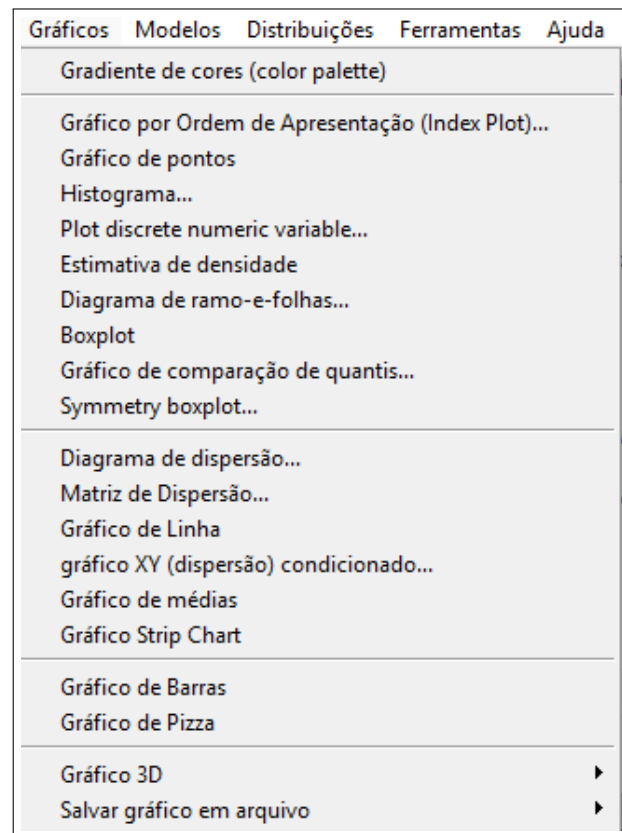


Figura 29 – Menu gráficos.

- ❑ Escolha o tipo de gráfico que deseja gerar (gráfico de barras, histograma, dispersão, etc.).
- ❑ Selecione as variáveis para o gráfico e clique em **OK** (Figura 30).
- ❑ O gráfico será gerado e exibido em uma nova janela (dependendo da versão do RStudio, poderá aparecer na janela de Gráficos do RStudio).

9. Gerar Gráfico de Barras

- ❑ Para gerar um gráfico de barras, no menu **Gráficos**, clique em **Gráfico de barras**.
- ❑ Escolha a variável (ex.: altura, peso) e clique em **OK**.
- ❑ O gráfico será gerado e exibido na janela de **Gráficos**.

10. Selecionar a Opção do Gráfico de Setores para uma Variável Qualitativa

- ❑ Para criar um gráfico de setores (para variáveis qualitativas), clique em **Gráficos** → **Gráfico de setores**.

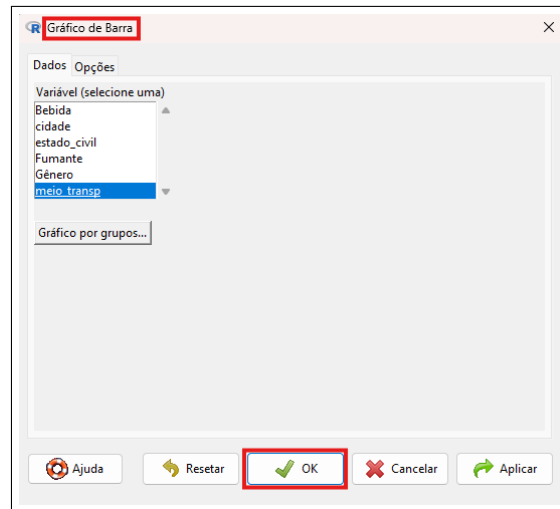


Figura 30 – Menu para gerar o gráfico de setores.

- ❑ Selecione a variável qualitativa desejada (ex.: gênero, meio_transp) e clique em **OK**.
- ❑ O gráfico de setores será gerado na área de **Gráficos** (Figura 31).

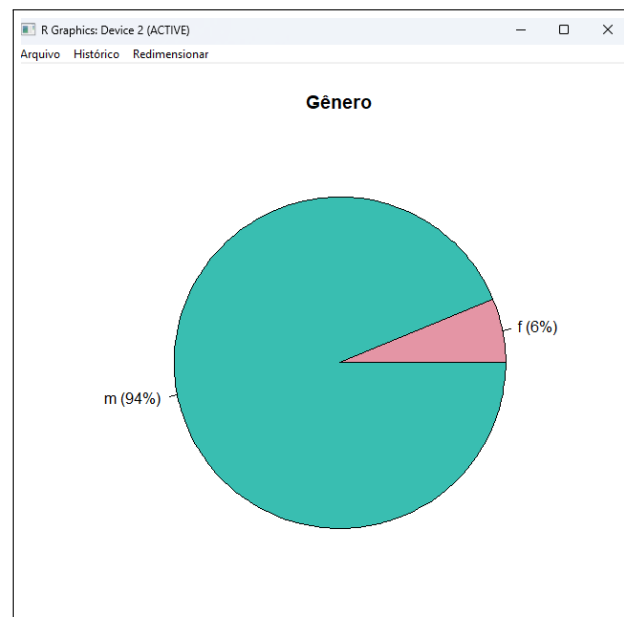


Figura 31 – Exemplo de gráfico de setores indicando o gênero.

11. Exportar os Gráficos

- ❑ Após gerar o gráfico, clique na área de visualização do gráfico no **RCmdr**.
- ❑ No canto superior da janela do gráfico, clique em **Exportar** (ou em **Arquivo** → **Salvar Como**, dependendo da versão).
- ❑ Escolha o formato (imagem, PDF, etc.) e o local onde o arquivo será salvo.
- ❑ Clique em **OK** para finalizar a exportação.

3.1.3 Avaliação de Melhorias por meio de Métodos e Métricas de IHC

Para analisar a avaliação dos usuários em relação às ferramentas selecionadas, foi selecionado um conjunto de métricas de IHC focadas em eficiência, eficácia e satisfação. Os métodos de avaliação incluem:

- ❑ **Processo de *Design*:** Avaliação do alinhamento das interfaces com boas práticas de *design*, visando simplificar a execução das funcionalidades escolhidas, como cálculos de medidas de tendência central e visualização gráfica.
- ❑ ***Design* Universal:** Aplicação dos princípios de DU para verificar se as funcionalidades, como a exportação de resultados, são acessíveis a todos os usuários, independentemente de suas habilidades.
- ❑ **Inspeção Heurística:** Avaliação das interfaces com base nas 10 heurísticas de Nielsen, considerando a consistência e usabilidade nas funcionalidades, como a navegação intuitiva e a simplicidade na geração de gráficos.
- ❑ **Análise HTA:** A HTA foi aplicada com base nas duas sequências descritas na subseção 3.1.2.1, que orientam os usuários a realizar tarefas tanto no **RStudio Console** quanto na interface do **RCmdr**. A decomposição dessas tarefas em subtarefas, com uma ordem definida de execução, busca otimizar o processo e facilitar a análise do desempenho dos usuários.

3.1.4 Desenvolvimento de Protótipos

A partir das melhorias identificadas, serão desenvolvidos protótipos de alta fidelidade com foco na resolução de problemas de usabilidade nas ferramentas avaliadas. Esses protótipos serão elaborados com base nas recomendações obtidas.

3.2 Resultados e Métodos

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação das técnicas de IHC, com base nas métricas de usabilidade e na HTA, além da proposta de melhorias visuais por meio de protótipos.

3.2.1 Análise comparativa baseada nas métricas de IHC

A avaliação foi realizada com base em diferentes métodos de usabilidade, combinando a IU proposta por Nielsen, a HTA descrita na subseção 3.1.2.3, e critérios complementares da literatura de IHC. O objetivo dessa avaliação foi identificar problemas de usabilidade e barreiras na interface do RCmdr, utilizando uma abordagem teórico-analítica, sem a necessidade de envolvimento direto de usuários.

1. Visibilidade do status do sistema

Problema: O RCmdr não fornece *feedback* claro sobre qual parte da interface está sendo acessada no momento, tampouco indica os possíveis caminhos que o usuário pode percorrer. A única forma de se ter alguma noção de navegação é ao clicar em uma opção e visualizar os submenus que se abrem.

Na sequência de passos: Um exemplo desse problema pode ser observado na etapa 4 do protocolo de execução. Após a importação de uma base de dados, não há qualquer sinal visual indicando que essa ação foi concluída com sucesso. Além disso, a opção selecionada não permanece destacada nos menus, o que dificulta o entendimento do estado atual do sistema.

Solução: Recomenda-se que, ao selecionar uma funcionalidade, o sistema destaque visualmente a opção clicada — por exemplo, alterando a cor de fundo — indicando ao usuário qual ação está em execução ou foi recentemente executada. Esse tipo de *feedback* contribui para a compreensão do fluxo de interação e reforça a sensação de controle.

2. Compatibilidade entre o sistema e o mundo real

Problema: O RCmdr utiliza termos excessivamente técnicos e específicos da estatística, o que pode dificultar o entendimento por parte de usuários iniciantes ou com pouca familiaridade com a terminologia da área.

Na sequência de passos: Na etapa 5 do protocolo de execução, o objetivo era calcular a média de um conjunto de dados. No entanto, essa opção está “escondida” sob um nome pouco intuitivo, exigindo que o usuário percorra o caminho “Estatísticas” → “Resumos” → “Resumo numérico”. A falta de correspondência entre a linguagem do sistema e a linguagem natural do usuário pode gerar confusão e aumentar o tempo para encontrar a funcionalidade desejada.

Solução: Adotar termos mais familiares ao público-alvo, utilizando uma linguagem próxima àquela utilizada em contextos educacionais e do cotidiano. Por exemplo, ao invés de “Resumo numérico”, poderia-se utilizar “Estatística descritiva”. Isso facilitaria a identificação das funções e melhoraria a usabilidade.

3. Controle e liberdade para o usuário

Problema: O RCmdr não possui uma opção de “desfazer” ações recentes, nem confirmações antes de executar comandos. As operações afetam diretamente o ambiente do RStudio, o que pode gerar confusão, especialmente para iniciantes.

Na sequência de passos: Durante tarefas como importação de dados ou criação de gráficos, o usuário pode cometer erros e não encontrar forma intuitiva de revertê-los.

Solução: Incluir um histórico de ações dentro da interface do RCmdr com opção de desfazer, ou solicitar confirmação antes de alterações no ambiente.

4. Consistência e padronização

Observação: O RCmdr apresenta um padrão consistente na disposição e funcionamento de suas funcionalidades. As opções do menu seguem uma estrutura semelhante para diferentes tarefas, o que facilita o aprendizado e reduz a carga cognitiva do usuário.

Na sequência de passos: Essa consistência ficou evidente nas tarefas de importação de dados, geração de gráficos e execução de análises estatísticas, onde os menus e fluxos mantêm a mesma lógica de navegação.

Solução: Nenhuma intervenção necessária, pois a interface atende bem à heurística de consistência.

5. Prevenção de erros

Problema: O RCmdr restringe algumas ações para evitar erros, mas ainda permite situações problemáticas. Quando um erro ocorre, a mensagem é exibida apenas na aba *Console* do RStudio, o que pode passar despercebido por usuários iniciantes.

Na sequência de passos: Por exemplo, na etapa 4g, ao tentar visualizar os dados sem tê-los importado previamente, uma mensagem de erro é gerada na aba *Console*, sem aviso direto pela interface do RCmdr.

Solução: Implementar uma janela de alerta no próprio RCmdr, informando que a ação não pode ser concluída e explicando o motivo, prevenindo a ocorrência do erro de forma mais clara e acessível.

6. Reconhecimento em vez de memorização

Problema: No RCmdr, todas as funcionalidades são acessadas por meio de menus suspensos no topo da interface. Esse modelo exige que o usuário memorize onde estão localizadas determinadas funções, o que pode dificultar o uso por iniciantes.

Na sequência de passos: Na etapa 8, por exemplo, o usuário deve selecionar uma entre várias opções de gráficos. A falta de ícones ou agrupamentos visuais torna o processo menos intuitivo e mais dependente de tentativa e erro.

Solução: Agrupar funcionalidades por categorias e utilizar ícones representativos para cada grupo, facilitando o reconhecimento e reduzindo a carga de memorização, especialmente para usuários novatos.

7. Eficiência e flexibilidade de uso

Problema: O RCmdr não oferece recursos que permitam acelerar o uso do sistema por usuários mais experientes, como atalhos de teclado ou caminhos alternativos para funções frequentes.

Na sequência de passos: Na etapa 5, que corresponde ao cálculo da média de uma variável, são necessários vários cliques em menus hierárquicos para realizar uma tarefa simples. Isso compromete a eficiência, especialmente em contextos em que esse tipo de operação é realizado repetidamente.

Solução: Recomenda-se a implementação de atalhos de teclado ou comandos diretos para as funcionalidades mais utilizadas, a fim de permitir que usuários experientes realizem tarefas de forma mais rápida e fluida, sem comprometer a usabilidade para iniciantes.

8. Estética e *design* minimalista

Problema: Embora o RCmdr apresente uma estrutura de menus relativamente organizada, a interface ainda carece de elementos visuais que favoreçam a clareza e a estética. A ausência de ícones e o uso limitado de cores contribuem para uma aparência mais técnica e menos amigável, especialmente para usuários iniciantes.

Na sequência de passos: Durante a execução descrita na sequência de passos, observa-se que as funcionalidades estão dispostas em menus suspensos, o que contribui para a organização, porém sem elementos visuais de apoio que facilitem a identificação rápida das ações principais.

Solução: Recomenda-se a adoção de um *design* mais limpo e intuitivo, priorizando a exibição apenas das funcionalidades essenciais — como as de estatística descritiva — em um primeiro nível de interação. A adição de ícones representativos e o uso pontual de cores podem ajudar a destacar funções importantes e tornar a navegação mais fluida e agradável, sem comprometer a simplicidade.

9. Ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros

Problema: O RCmdr não apresenta mensagens de erro claras e informativas quando ocorrem falhas, como na importação de dados ou na execução de comandos incorretos. Muitas vezes, o erro é exibido apenas como uma mensagem técnica ou, em alguns casos, nem é exibido, dificultando a compreensão do que ocorreu.

Na sequência de passos: Durante os testes realizados (por exemplo, na tentativa de importar arquivos com estrutura inadequada), não houve uma mensagem explicando o motivo da falha, nem sugestões de como corrigir o problema, o que gera frustração e insegurança no usuário.

Solução: É recomendável que o sistema apresente mensagens de erro claras, em linguagem acessível, explicando a causa provável do erro e sugerindo ações corretivas. Além disso, o sistema pode oferecer a opção de visualizar mais detalhes técnicos caso o usuário deseje.

10. Ajuda e documentação

Observação: O RCmdr oferece uma seção de ajuda no menu principal, contendo orientações básicas sobre o uso do sistema. No entanto, essa funcionalidade não é imediatamente perceptível e pode passar despercebida, especialmente por usuários menos experientes.

Na avaliação: Durante a análise da interface, foi observado que a seção de ajuda está localizada em um menu textual junto a outras opções, sem destaque visual que a diferencie. Isso pode dificultar seu reconhecimento em situações em que o usuário precisa de orientação rápida.

Solução: Sugere-se reposicionar ou destacar visualmente a funcionalidade de ajuda, por meio do uso de ícones, agrupamento com outras opções de suporte ou realce por cor. Dessa forma, a documentação se tornaria mais acessível e convidativa para consulta, especialmente durante os primeiros usos do sistema.

3.2.2 Análise HTA e Protótipo com Melhorias

Após a análise heurística e a definição das etapas na subseção 3.1.2.3, as tarefas do RCmdr foram examinadas com base no passo a passo estabelecido. Durante essa avaliação, o fluxo de tarefas inicial, representado na Figura 32, foi ajustado sempre que necessário, com o objetivo de simplificar as interações e reforçar a efetividade das melhorias propostas para a interface.

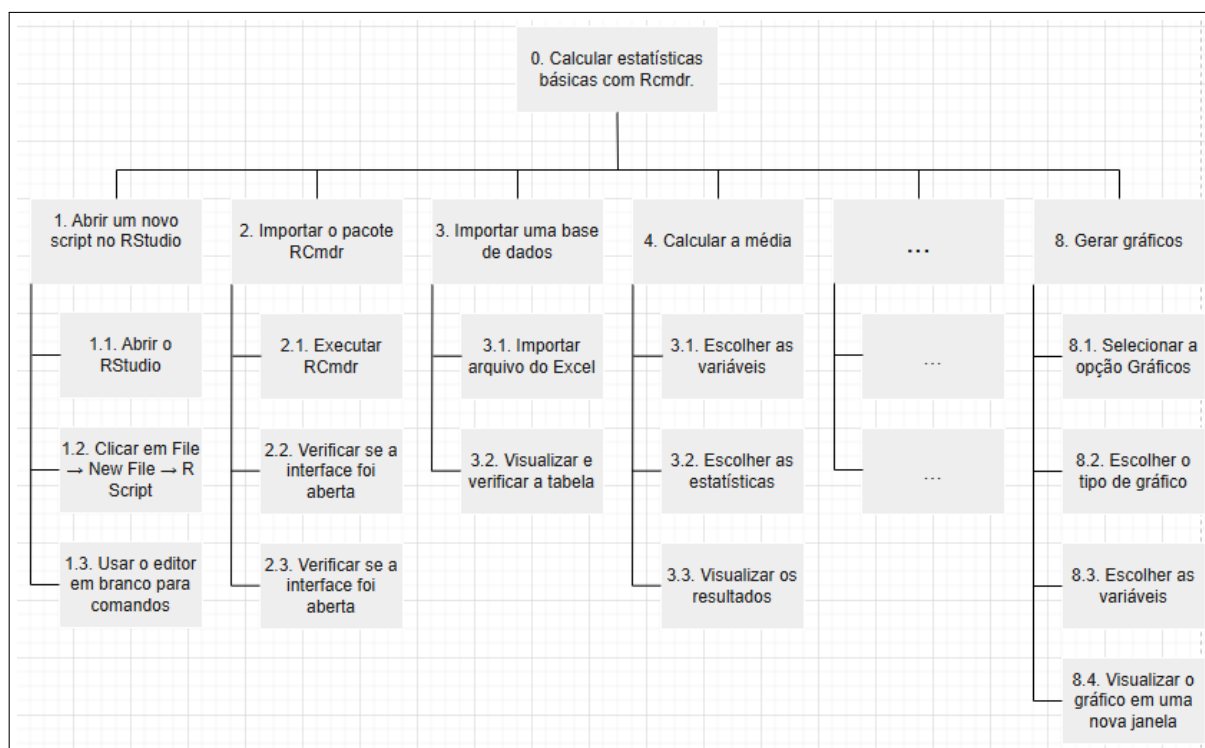


Figura 32 – Fluxo HTA referente à sequência 3.1.2.3 do RCmdr. Fonte: criado pelo autor.

Com base nas modificações planejadas, um protótipo (JUNIOR, 2025) foi desenvolvido para visualizar e testar as mudanças na interface, além de validar as alterações e simular o impacto das melhorias na experiência do usuário.

Anteriormente, o RCmdr apresentava um menu suspenso com uma longa lista de opções, o que tornava a navegação confusa, especialmente para usuários iniciantes. Para melhorar a usabilidade, as funcionalidades mais comuns foram reorganizadas em seções distintas, com botões representados por ícones, facilitando o acesso e tornando a navegação mais intuitiva.

- ❑ **Etapa 1:** foi removida, uma vez que o RCmdr passou a ser tratado como uma interface independente do RStudio, eliminando a necessidade de executar comandos no *console* para abrir a interface.
- ❑ **Etapa 2:** também foi excluída, pois não é mais necessário carregar pacotes manualmente antes de utilizar o RCmdr; todas as funcionalidades já estão disponíveis ao iniciar a interface.
- ❑ **Etapa 3:** foi integrada à ação de abrir o RCmdr, com uma interface já limpa e objetiva, dispensando configurações adicionais.

Agora, ao abrir a nova interface do RCmdr⁴, o usuário tem acesso imediato às funcionalidades, sem precisar criar *scripts* ou importar pacotes manualmente. Essa mudança torna a navegação mais fluida e clara, como mostrado na Figura 33.

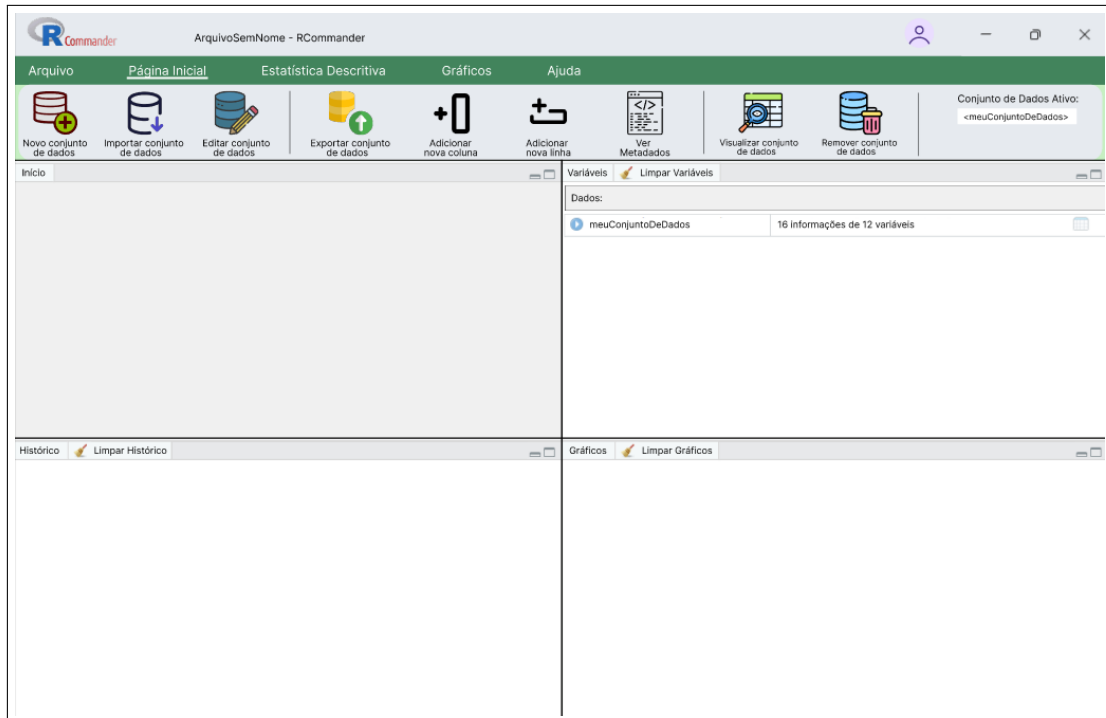


Figura 33 – Tela inicial do protótipo.

- ❑ **Etapas 4a, 4b e 4c:** anteriormente, importar uma base de dados exigia múltiplas etapas, como selecionar o arquivo, renomear e confirmar a importação. Agora, essas funcionalidades foram integradas em um único botão “Importar conjunto de dados”, centralizando todas as ações em uma única tela, conforme a Figura 34. Após selecionar o arquivo e preencher os campos, basta clicar em “Ok”.
- ❑ **Etapa 4e:** após importar ou criar o conjunto de dados, a interface passou a exibir, no canto superior direito, o nome do conjunto ativo. Embora a tabela não seja mais exibida automaticamente, essa indicação facilita reconhecer qual base está em uso.
- ❑ **Etapa 4f:** essa etapa permanece com o mesmo objetivo, porém agora a variável é criada diretamente no RCmdr, sem depender do ambiente do RStudio, o que reforça a autonomia da nova interface.
- ❑ **Etapas 4g e 4h:** os botões de visualização e edição dos conjuntos de dados foram mantidos, mas agora contam com ícones visuais maiores, facilitando a identificação e o uso por parte do usuário.

⁴ <https://youtu.be/63QzaixxLcc>

As modificações referentes às etapas 4a a 4h podem ser visualizadas na Figura 34.

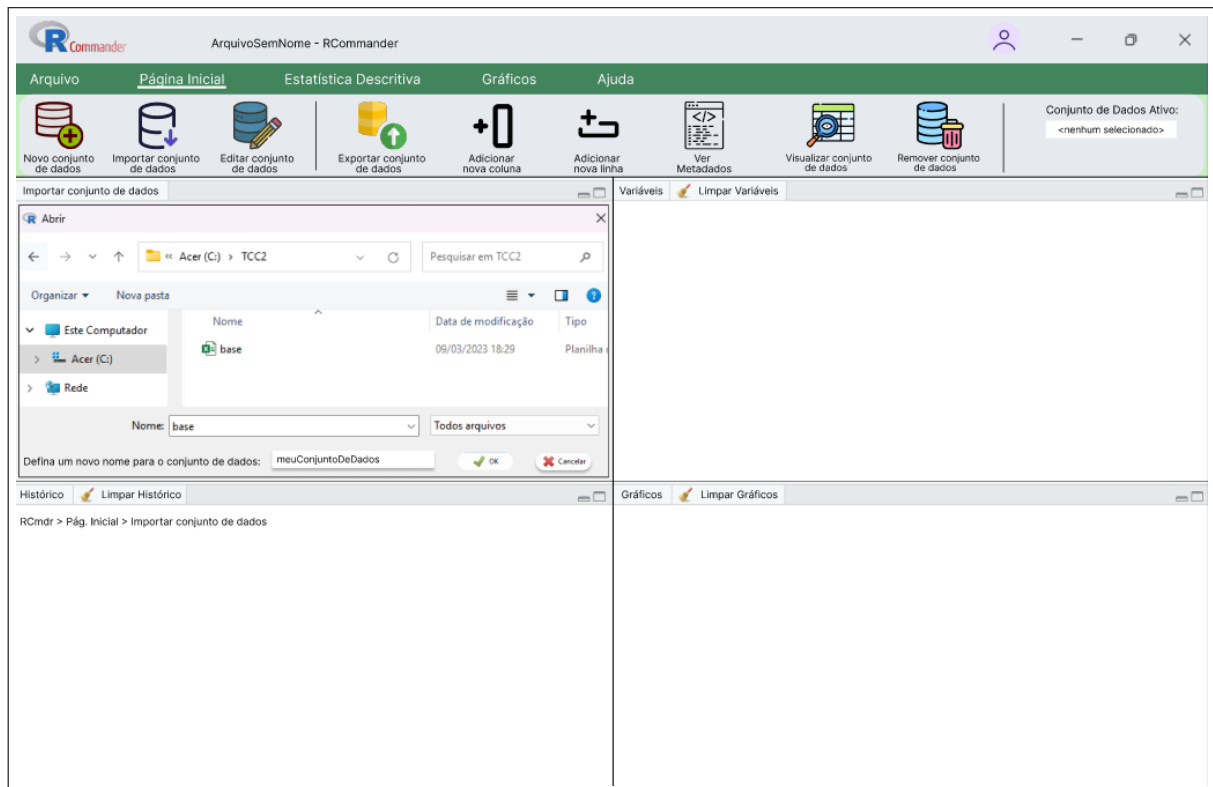


Figura 34 – Tela com funcionalidades integradas para importar uma base de dados.

- ❑ **Etapas 5 e 6:** anteriormente, era necessário acessar menus suspensos com diversas opções e submenus. Além disso, a média, por exemplo, estava oculta sob o nome “resumo numérico”. Na nova interface, foi criada a seção “Estatística Descritiva”, com botões específicos para medidas como moda e média. O usuário apenas seleciona as variáveis desejadas e clica em “Ok”.
- ❑ **Etapa 7:** seguindo a mesma proposta, a mediana agora pode ser calculada diretamente por meio de um botão específico. A observação desta etapa anteriormente sugeria o uso do *console* do RStudio para calcular a moda via código. Com a reformulação, um botão também foi disponibilizado para retornar esse valor automaticamente, sem necessidade de programação.

Na Figura 35, é apresentado o protótipo de tela referente às etapas 5 a 7.

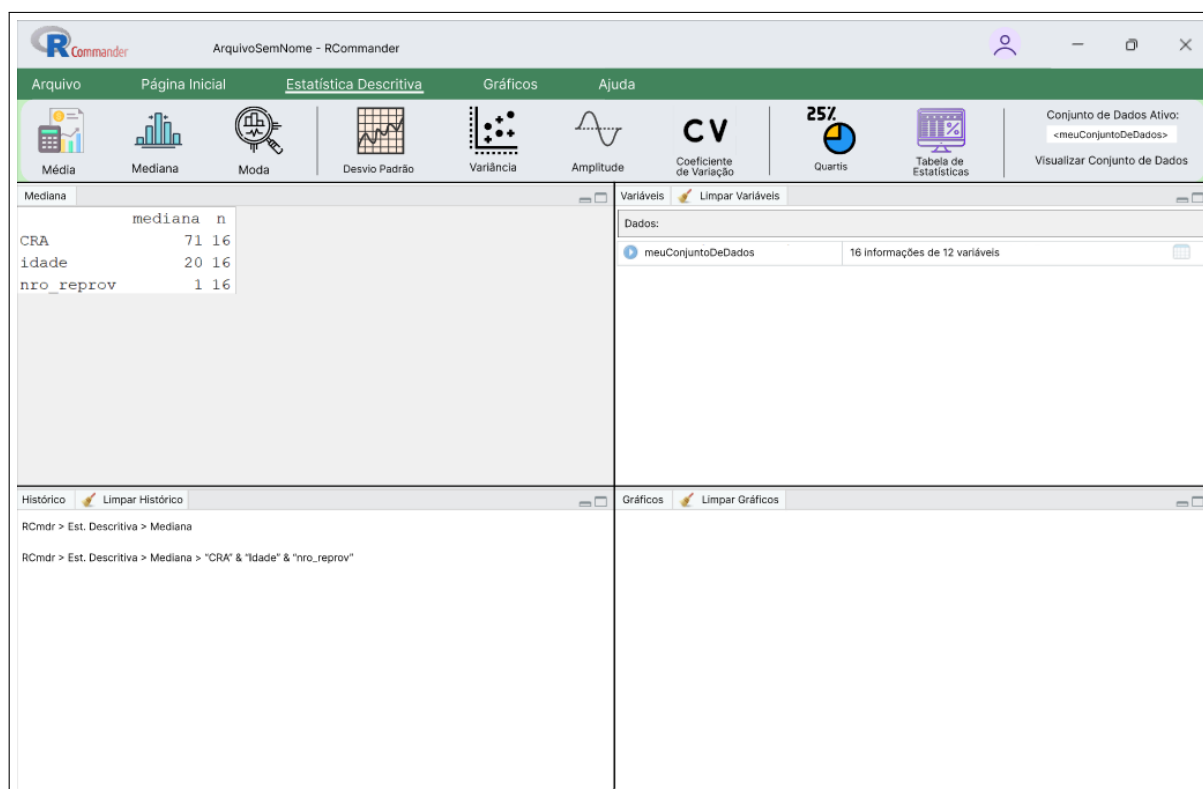


Figura 35 – Tela com funcionalidades da estatística descritiva.

- ❑ **Etapa 8:** foi criada uma seção chamada “Gráficos”, com botões intuitivos e com ícones que remetem ao tipo de gráfico desejado, simplificando significativamente a criação de representações visuais.
- ❑ **Etapa 9:** o procedimento para gerar gráficos de colunas permanece semelhante, mas agora o gráfico é exibido diretamente na interface do RCmdr, que conta com uma área própria para visualização gráfica.
- ❑ **Etapa 10:** da mesma forma, o gráfico de setores pode ser gerado a partir da seleção de variável e do clique no botão correspondente, como indica a Figura 36.
- ❑ **Etapa 11:** para exportar um gráfico, basta clicar no botão “Exportar gráfico”, escolher o diretório de destino, nomear o arquivo e confirmar a ação.

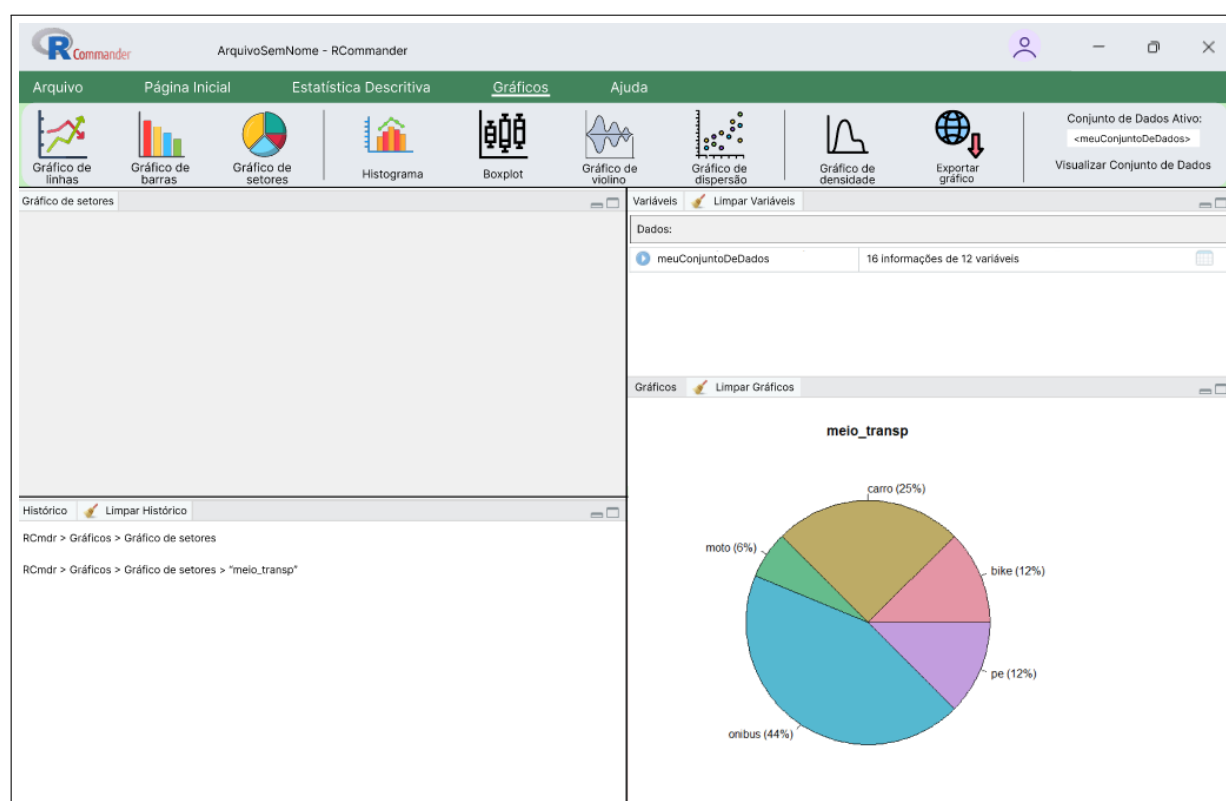


Figura 36 – Tela com as funcionalidades de geração e exportação de diferentes tipos de gráficos.

Conclusão

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar a usabilidade de uma ferramenta complementar ao ensino de estatística, com base em uma análise inspeccional fundamentada em técnicas e métricas da área de IHC, alinhadas à literatura especializada. Foram utilizados métodos como inspeção heurística (IU), análise HTA, princípios do DU e o UCD, considerando o perfil de estudantes com pouca familiaridade com ferramentas estatísticas.

As principais descobertas concentraram-se na identificação de dificuldades presentes na interface do `RCmdr`, obtidas por meio da decomposição de tarefas e inspeção da interface. Verificou-se que algumas operações básicas exigem sequências de ações pouco intuitivas, o que pode representar barreiras para iniciantes. Esse cenário reforça a importância de considerar aspectos de usabilidade desde as fases iniciais do desenvolvimento de ferramentas educacionais.

Como resposta a essas dificuldades, foram pensadas melhorias e propostas de alterações na interface, organizadas por seções conforme o tipo de funcionalidade. As mudanças foram representadas em um protótipo de alta fidelidade, com o objetivo de tornar o uso do *software* mais simples e prático para usuários com diferentes níveis de familiaridade, contribuindo para o aprendizado da estatística e potencialmente reduzindo os índices de evasão e reprovação na disciplina.

Como trabalhos futuros, destaca-se a aplicação do questionário SUS, permitindo comparar os dados quantitativos com as análises qualitativas. Também é possível expandir o protótipo para outras funcionalidades além da estatística descritiva e investigar melhorias em outras ferramentas e pacotes além do `RStudio`, conforme a necessidade.

Dessa forma, pode-se concluir que pequenas mudanças na interface, quando orientadas pelas técnicas da IHC e focadas na usabilidade, podem gerar grandes avanços no ensino e no aprendizado de estatística.

Referências

- BALBO, S.; OZKAN, N.; PARIS, C. Choosing the right task-modeling notation: A taxonomy. **The handbook of task analysis for human-computer interaction**, Lawrence Erlbaum Associates, p. 445–465, 2004. Citado na página 21.
- BARBOSA, S.; SILVA, B. **Interação humano-computador**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 18.
- BIM, S. A.; SALGADO, L. C. de C.; LEITÃO, C. F. Avaliação por inspeção: Comparando métodos de base prática, cognitiva e semiótica. In: **Anais do 15º Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC '16)**. São Paulo, Brasil: Associação para Máquinas de Computação, 2016. p. 9–18. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3033701.3033710>>. Citado na página 27.
- BORGES, L. F. Gamificando a plataforma de ensino de estruturas de dados debugandoed. **Repositório UFU**, Universidade Federal de Uberlândia, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/37795>>. Citado na página 29.
- BRASIL. **Portal do Governo Federal do Brasil**. 2024. Acessado em: 23 out. 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/>>. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 24.
- DEGE, D.; BRÜGGEMANN, P. **Marketing analytics with RStudio: a software review**. Heidelberg: Springer, 2024. Citado 3 vezes nas páginas 6, 32 e 33.
- EBAY. **eBay - E-commerce**. 2024. Acessado em: 23 out. 2024. Disponível em: <<https://www.ebay.com/>>. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 26.
- HARIANJA, P. **User-Centered Design Singkat**. 2020. Acessado: 2024-10-22. Disponível em: <<https://medium.com/@putra.harianja007/user-centered-design-singkat-9eedcc83897b>>. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 19.
- HARTMANN, C. et al. Bioestatística em ciência do movimento humano e saúde coletiva. **COGNITIONIS Scientific Journal**, v. 4, n. 2, p. 1–11, 2021. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 13.
- HUFF, D. **Como mentir com estatística**. Rio de Janeiro: Editora Intrínseca, 2016. Citado na página 13.

- JUNIOR, C. R. da S. **Protótipo de melhorias para a interface do RCmdr**. 2025. Acessado em: 23 abr. 2025. Disponível em: <<https://abre.ai/prototipotcc2>>. Citado na página 52.
- JUNIOR, G. dos S.; WALICHINSKI, D. Leitura e interpretação de gráficos no ensino fundamental. **Revista Dynamis**, v. 19, n. 1, p. 17–29, 2013. Citado na página 13.
- KARSBURG, V. G. O ensino de teste de hipóteses na disciplina de estatística e probabilidade em um curso de ciência da computação com o auxílio do software scilab. **Anais da XXI EBRAPEM**, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 14.
- KROTOV, V. A quick introduction to r and rstudio. **Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Available online at <https://doi.org/10.13140/RG>**, v. 2, n. 10401.92009, 2017. Citado 6 vezes nas páginas 6, 28, 29, 32, 33 e 34.
- LEITE, P. A. Causas de reprovação em estatística na graduação de administração da universidade federal do rio de janeiro: a percepção de discentes, monitores e coordenação do curso. **Repositório UFRJ**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018. Citado na página 12.
- MASOLA, W.; ALLEVATO, N. Dificuldades de aprendizagem matemática: algumas reflexões. **Educação Matemática Debate**, v. 3, n. 7, p. 52–67, 2019. Acesso em: 27 jun. 2024. Disponível em: <<https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/emd/article/view/78>>. Citado na página 13.
- NEXT4. **Sistemas Web: versionamento e análise de requisitos**. 2024. Acessado em: 23 out. 2024. Disponível em: <<https://www.next4.com.br/sistemas-web-versionamento-e-analise-de-requisitos/>>. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 20.
- NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Boston, MA: Academic Press, 1993. Citado na página 27.
- PACHECO, M. B.; ANDREIS, G. d. S. L. Causas das dificuldades de aprendizagem em matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do ensino médio. **Revista Principia**, n. 38, p. 105–119, 2018. Citado na página 13.
- PASSOS, F. G. dos et al. Diagnóstico sobre a reprovação nas disciplinas básicas dos cursos de engenharia da UNIVASF. **Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE 2007**, 2007. Citado na página 13.
- PEREIRA, F. A.; MOTA, M. d. M. C.; SCORTEGAGNA, L. Avaliação de objetos de aprendizagem: uma ferramenta prática para o ensino de estatística. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 6, p. 192–208, 2020. Citado na página 12.
- R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2024. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Citado na página 28.
- ROCHA, V. A. R.; BARBOSA, R. R.; AGANETTE, E. C. Usabilidade: um estudo de prática da arquitetura da informação em website. **Múltiplos Olhares em Ciência da Informação**, 2021. Citado na página 22.

ROSENFELD, L.; MORVILLE, P. **Information Architecture for the World Wide Web**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2002. Citado na página 22.

RStudio Team. **RStudio: Integrated Development Environment for R**. Boston, MA, 2024. Disponível em: <<https://posit.co/download/rstudio-desktop/>>. Citado na página 28.

SAMPAIO, N. A. de S.; DANELON, M. C. T. de M. Aplicações da estatística nas ciências. 2015. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 13.

SANTOS, B. M. dos et al. A importância e o uso da estatística na área empresarial: uma pesquisa de campo com empresas do município de Elói Mendes-MG. **Seminário de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGET)**, 2016. Citado na página 13.

SILVA, A. C. S. d. et al. Avaliação do software bioestat para o ensino de estatística nos cursos de graduação. **Revista Eletrônica da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 12, n. 2, 2014. ISSN 1517-0276. Citado 7 vezes nas páginas 6, 13, 14, 31, 32, 33 e 34.

STORY, M. F.; MUELLER, J. L.; MACE, R. L. The universal design file: Designing for people of all ages and abilities. ERIC, 1998. Citado na página 16.

SUBMARINO. **Submarino - E-commerce**. 2024. Acessado em: 23 out. 2024. Disponível em: <<https://www.submarino.com.br/>>. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 23.

TEIXEIRA, F. O que é o sus (system usability scale) e como usá-lo em seu site. **UX Collective**, 2015. Acessado em: 23 out. 2024. Disponível em: <<https://brasil.uxdesign.cc/o-que-%C3%A9-o-sus-system-usability-scale-e-como-us%C3%A1-lo-em-seu-site-6d63224481c8>>. Citado na página 27.

VIANA, E. C.; AMORIM, R. J. R.; AMORIM, D. G. Desafios e dificuldades enfrentados pelos estudantes no processo de aprendizagem matemática. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 12, p. 15672–15693, 2023. Citado na página 13.

WALMART. **Walmart - E-commerce**. 2024. Acessado em: 23 out. 2024. Disponível em: <<https://www.walmart.com/>>. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 25.

ZANETTI, F. A. J. Redesign da interface do sistema debugandoed e investigação das percepções de estudantes e profissionais sobre a proposta. **Repositório UFU**, Universidade Federal de Uberlândia, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/41005>>. Citado 4 vezes nas páginas 6, 29, 30 e 33.