

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANA CAROLINA DIEL KOTZ

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE INSPEÇÃO DE USABILIDADE PARA
AVALIAÇÃO DA PLATAFORMA AGDATABOX-MAP**

MEDIANEIRA

2025

ANA CAROLINA DIEL KOTZ

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE INSPEÇÃO DE USABILIDADE PARA
AVALIAÇÃO DA PLATAFORMA AGDATABOX-MAP**

**Application of usability inspection methods to evaluate the platform
AgDataBox-Map**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Alessandra Bortoletto Garbelotti Hoffmann

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Sobjak

MEDIANEIRA

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ANA CAROLINA DIEL KOTZ

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE INSPEÇÃO DE USABILIDADE PARA
AVALIAÇÃO DA PLATAFORMA AGDATABOX-MAP**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Ciência da Computação
do Curso de Bacharelado em Ciência da
Computação da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná.

Data de aprovação: 20/fevereiro/2025

Alessandra Bortoletto Garbelotti Hoffmann
Doutora

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Medianeira

Juliano Rodrigo Lamb
Doutor

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Medianeira

Kelyn Schenatto
Doutora

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Medianeira

**MEDIANEIRA
2025**

RESUMO

O avanço tecnológico na agricultura tem impulsionado o uso de ferramentas computacionais que otimizam o monitoramento e a gestão agrícola. A agricultura de precisão, por exemplo, utiliza sensores e softwares especializados para melhorar a produtividade e a tomada de decisão no campo. Nesse cenário, a usabilidade das plataformas digitais torna-se essencial para garantir que agricultores e especialistas consigam interpretar e utilizar as informações e funcionalidades de forma eficiente. Este trabalho apresenta a aplicação de métodos de inspeção de usabilidade para avaliar e melhorar a plataforma AgDataBox-Map, uma ferramenta web destinada à agricultura de precisão, que cria mapas temáticos, delimita de zonas de manejo e faz a recomendação de fertilizantes. Foram utilizados dois métodos específicos: a Avaliação Heurística, que identifica problemas de usabilidade com base em diretrizes consolidadas por Nielsen, e o Percurso Cognitivo, que analisa a facilidade de aprendizado e execução de tarefas sob a perspectiva de diferentes perfis de usuários. A Avaliação Heurística foi realizada por três avaliadores seguindo uma inspeção estruturada, onde cada heurística foi analisada por meio de perguntas que verificam se os elementos da interface estavam em conformidade. Já o Percurso Cognitivo contou com dois avaliadores, um representando o perfil de um especialista agrícola e outro de um agricultor com pouca experiência tecnológica, que avaliaram tarefas como cadastro, criação de projetos e geração de mapas. A combinação dessas metodologias permitiu identificar um maior número de violações, abrangendo desde problemas relacionados à visibilidade do status do sistema até dificuldades na prevenção de erros e na correspondência entre o sistema e o mundo real. Com base nas análises, foram propostas melhorias que incluíram tanto protótipos de alta fidelidade, quanto sugestões gerais para aprimoramento do sistema.

Palavras-chave: interação humano-computador; avaliação de interfaces; agricultura de precisão.

ABSTRACT

Technological advancements in agriculture have driven the use of computational tools that optimize agricultural monitoring and management. Precision agriculture, for example, uses sensors and specialized software to improve productivity and decision-making in the field. In this context, the usability of digital platforms becomes essential to ensure that farmers and specialists can efficiently interpret and utilize information and functionalities. This work presents the application of usability inspection methods to evaluate and improve the AgDataBox-Map platform, a web tool aimed at precision agriculture, which creates thematic maps, delineates management zones, and provides fertilizer recommendations. Two specific methods were used: Heuristic Evaluation, which identifies usability problems based on guidelines established by Nielsen, and Cognitive Walkthrough, which analyzes the ease of learning and task execution from the perspective of different user profiles. The Heuristic Evaluation was conducted by three evaluators following a structured inspection, where each heuristic was analyzed through questions that verified whether the interface elements complied. The Cognitive Walkthrough involved two evaluators, one representing the profile of an agricultural expert and the other of a farmer with little technological experience, who evaluated tasks such as registration, project creation, and map generation. The combination of these methodologies allowed the identification of a greater number of violations, ranging from issues related to the visibility of system status to difficulties in error prevention and the correspondence between the system and the real world. Based on the analyses, improvements were proposed, including both high-fidelity prototypes and general suggestions for system enhancement.

Keywords: human-computer interaction; interface evaluation; precision agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Métricas da usabilidade.	14
Figura 2 – Aspectos da User Experience.	15
Figura 3 – Metacomunicação designer–usuário e comunicação usuário–sistema.	16
Figura 4 – Métodos de Avaliação de IHC.	18
Figura 5 – Exemplo da heurística Visibilidade do status do sistema	20
Figura 6 – Exemplo da heurística Correspondência entre o sistema e o mundo real	21
Figura 7 – Exemplo da heurística Controle e liberdade do usuário	22
Figura 8 – Exemplo da heurística Controle e liberdade do usuário	22
Figura 9 – Exemplo da heurística Prevenção de erros	23
Figura 10 – Exemplo da heurística Reconhecimento em vez de lembrança	23
Figura 11 – Exemplo da heurística Flexibilidade e eficiência de uso	24
Figura 12 – Exemplo da heurística Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros	24
Figura 13 – Exemplo da heurística Ajuda e documentação	25
Figura 14 – Protótipos de baixa fidelidade	31
Figura 15 – Protótipos de alta fidelidade	31
Figura 16 – Exemplo de protótipo implementado na ferramenta Figma	35
Figura 17 – Página principal da plataforma AgDataBox - Map	36
Figura 18 – Fluxograma das etapas do trabalho.	37
Figura 19 – Personas criadas para avaliação Percurso Cognitivo.	39
Figura 20 – Violação na heurística Visibilidade do status do sistema	44
Figura 21 – Violação na heurística Visibilidade do status do sistema.	45
Figura 22 – Violação na heurística Correspondência entre o sistema e o mundo real	45
Figura 23 – Violação na heurística Correspondência entre o sistema e o mundo real	46
Figura 24 – Violação na heurística Correspondência entre o sistema e o mundo real	46
Figura 25 – Violação na heurística Correspondência entre o sistema e o mundo real	47
Figura 26 – Violação na heurística Controle e liberdade do usuário	48
Figura 27 – Violação na heurística Consistência e padrões	48
Figura 28 – Violação na heurística Prevenção de erros	49
Figura 29 – Violação na heurística Prevenção de erros	50

Figura 30 – Violação na heurística Prevenção de erros	50
Figura 31 – Violação na heurística Reconhecimento em vez de lembrança	51
Figura 32 – Violação na heurística Reconhecimento em vez de lembrança	51
Figura 33 – Violação na heurística Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros	52
Figura 34 – Violação na Tarefa "Criar um projeto"	54
Figura 35 – Violação na Tarefa "Criar um projeto"	55
Figura 36 – Violação na Tarefa "Gerar zonas de manejo"	56
Figura 37 – Violação na Tarefa "Gerar zonas de manejo"	57
Figura 38 – Protótipo com as melhorias da página principal	59
Figura 39 – Protótipo com as melhorias da página de projeto	60
Figura 40 – Protótipo com as melhorias de formulários	61
Figura 41 – Protótipo com as melhorias de notificações	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Severidade dos problemas encontrados na Avaliação Heurística.	26
Quadro 2 – Roteiro para a realização de uma Avaliação Heurística	26
Quadro 3 – Roteiro para a realização de um Percurso Cognitivo	28
Quadro 4 – Correlação entre a ISO/IEC 25023 e as heurísticas de Nielsen.	30
Quadro 5 – Perguntas do Percurso Cognitivo	38
Quadro 6 – Passos para realizar tarefas na plataforma.	42
Quadro 7 – Perfil dos Avaliadores	43
Quadro 8 – Resultados da Avaliação Heurística.	44
Quadro 9 – Tarefa 2 do Percurso Cognitivo da <i>persona</i> agricultor	54
Quadro 10 – Tarefa 3 do Percurso Cognitivo da <i>persona</i> agricultor	55
Quadro 11 – Tarefa 4 do Percurso Cognitivo da <i>persona</i> agricultor	55
Quadro 12 – Tarefa 6 do Percurso Cognitivo da <i>persona</i> agricultor	56
Quadro 13 – Tarefa 7 do Percurso Cognitivo da <i>persona</i> agricultor	57
Quadro 14 – Tarefa 2 do Percurso Cognitivo da <i>persona</i> especialista	58
Quadro 15 – Tarefa 6 do Percurso Cognitivo da <i>persona</i> especialista	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivos	10
1.1.1	Objetivo geral	10
1.1.2	Objetivos específicos	10
1.2	Justificativa	10
1.3	Estrutura do trabalho	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Interação Humano-Computador	12
2.1.1	Usabilidade	12
2.1.2	User eXperience (UX)	15
2.1.3	Comunicabilidade	15
2.1.4	Acessibilidade	16
2.2	Métodos de Avaliação de IHC	17
2.2.1	Avaliação Heurística	19
2.2.2	Percurso Cognitivo	27
2.2.3	Inspeção Semiótica	28
2.3	Avaliação de Qualidade de Software	29
2.4	Prototipação	30
2.5	Trabalhos relacionados	32
3	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1	Materiais	34
3.1.1	Figma	34
3.1.2	AgDataBox-Map	35
3.2	Métodos	36
3.2.1	Etapa 1.1 - Desenvolvimento do roteiro da Avaliação Heurística	37
3.2.2	Etapa 1.2 - Desenvolvimento do roteiro do percurso cognitivo	37
3.2.3	Etapa 2.1 - Aplicação da Avaliação Heurística	39
3.2.4	Etapa 2.2 - Aplicação da Percurso Cognitivo	39
3.2.5	Etapa 3 - Análise dos resultados obtidos	40
3.2.6	Etapa 4 - Prototipação com as melhorias no sistema	40

4	RESULTADOS	41
4.1	Desenvolvimento do roteiro da avaliação heurística	41
4.2	Desenvolvimento do roteiro do percurso cognitivo	41
4.3	Aplicação da avaliação heurística	41
4.4	Aplicação do Percurso Cognitivo	43
4.5	Análise e discussão dos resultados obtidos	43
4.5.1	Resultados da Avaliação Heurística	43
4.5.2	Resultados do Percurso Cognitivo	53
4.6	Prototipação e sugestões de melhorias no sistema	59
5	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS	64
	APÊNDICE A – FORMULÁRIO DA AVALIAÇÃO HEURÍSTICA	69

1 INTRODUÇÃO

A agricultura tem experimentado significativos avanços tecnológicos devido à constante evolução de ferramentas computacionais, robótica, e sensores para monitoramento ambiental, aliados ao desenvolvimento de novas formas de comunicação rápida à distância. Esse cenário propiciou a difusão da agricultura de precisão, uma abordagem que integra essas tecnologias para otimizar a produção agrícola, levando em consideração a variabilidade e as incertezas inerentes aos sistemas de produção. (COELHO *et al.*, 2009; GEBBERS; ADAMCHUK, 2010).

A visualização e compreensão das interfaces de usuário que apresentam os dados coletados na agricultura de precisão, assumem uma importância fundamental ao orientar os agricultores e especialistas na tomada de decisão (MURAKAMI, 2006). No entanto, ter acesso a informações detalhadas e complexas se torna ineficaz se as ferramentas utilizadas para as exibir forem de difícil compreensão ou operação. Tentativas insatisfatórias de carregar uma página ou encontrar informações podem fazer com que os usuários abandonem determinados sites ou aplicativos e conseqüentemente procurem a mesma informação ou serviço em outro sistema.

A usabilidade é um conceito-chave nessa situação, e de acordo com Nielsen (2013), refere-se a quão fácil e prazerosas as interfaces de usuário são. Além disso, envolve os métodos utilizados para melhorar a facilidade de uso durante o processo de construção dessas interfaces. Quando os sistemas não são projetados centrados no usuários, estes podem enfrentar dificuldades em encontrar as informações que precisam.

A Interação Humano-Computador (IHC), “está interessada na qualidade de uso desses sistemas e no seu impacto na vida dos usuários” (BARBOSA; SILVA, 2010, p. 8). Segundo Hewett *et al.* (1992) o estudo da IHC pode ser organizado em cinco escopos que são conectados: a natureza da IHC; o uso e contexto de computadores; as características humanas; o sistema do computador e arquitetura de interfaces; e o processo de desenvolvimento, que engloba, entre outros processos, as técnicas de avaliação, que será o foco deste trabalho.

Entre as diversas técnicas de avaliação da IHC, se destacam a Avaliação Heurística e Percurso Cognitivo que são amplamente utilizadas para avaliar a usabilidade de interfaces. A Avaliação Heurística consiste na análise de especialistas que avaliam a interface com base em um conjunto de princípios ou heurísticas de usabilidade, como os propostos por Jakob Nielsen, identificando problemas que possam comprometer a experiência do usuário. Já o Percurso Cognitivo foca na análise do processo de interação do usuário com o sistema, avaliando se ele conseguirá realizar tarefas específicas de forma intuitiva e sem dificuldades, considerando os passos necessários durante a execução (BARBOSA; SILVA, 2010).

As técnicas de Avaliação Heurística e Percurso Cognitivo serão aplicadas para melhorar as interfaces do AgDataBox-Map¹, uma plataforma web voltada para a agricultura de precisão, destinada à criação de mapas temáticos e à delimitação de zonas de manejo na agricultura. Utilizando técnicas de *design* de interação e usabilidade, a partir da avaliação aplicada poderão

¹ www.adb.md.utfpr.edu.br/map/

ser propostas melhorias na interface utilizando prototipagem das telas. Isto pode proporcionar uma visualização eficaz dos dados da agricultura de precisão, garantindo uma experiência mais intuitiva e satisfatória para os usuários.

1.1 Objetivos

Para a execução deste trabalho são apresentados os objetivos que são divididos em dois tipos: Objetivo geral e Objetivos específicos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a usabilidade da plataforma AgDataBox-Map por meio da aplicação da Avaliação Heurística e do Percurso Cognitivo, identificando possíveis melhorias na experiência do usuário

1.1.2 Objetivos específicos

- Elaborar um roteiro de avaliação de usabilidade de acordo com os métodos de Avaliação Heurística e Percurso Cognitivo;
- Aplicar as avaliações na plataforma AgDataBox-Map;
- Avaliar os resultados coletados;
- Elaborar protótipos de telas para atualizações das interfaces do AgDataBox-Map.

1.2 Justificativa

A usabilidade desempenha um papel crítico na eficácia de um sistema web, já que a falta de atendimento às necessidades do usuário ou mesmo a dificuldade de navegação na plataforma podem resultar em seu desuso. Além disso, é crucial destacar que a compreensão adequada do sistema é fundamental para a correta aplicação dos princípios da agricultura de precisão. Os usuários visitam sites com objetivos específicos, o êxito e a satisfação na conclusão dessas tarefas estão fortemente ligados a aspectos como economia de tempo, ao número de etapas envolvidas na realização dessa tarefa, à possibilidade de antecipar a próxima ação e à facilidade de aprendizado (PEREIRA, 2018).

A importância do estudo da IHC se destaca no cenário da informatização da agricultura, onde existe a necessidade de interfaces claras e objetivas para os usuários, possibilitando uma experiência satisfatória. Soluções tecnológicas eficientes, como sistemas com interfaces adequadas, desempenham um papel fundamental ao oferecer benefícios através do monitoramento e processamento de dados para aprimorar a tomada de decisões (OLIVEIRA, 2022).

A importância na melhoria da interface da ferramenta descrita tem sua relevância. Qualquer usuário pode enfrentar problemas ou dificuldades ao utilizar um sistema, tornando essencial que a interface seja fácil de aprender, eficiente, memorável e com erros minimizados, visando a satisfação do usuário. Para alcançar esse objetivo, serão utilizados métodos de inspeção de usabilidade. Essas técnicas permitem identificar erros na interface, desde pequenos até grandes, e são econômicas, não exigindo a participação direta dos usuários (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003). Da mesma forma, a aplicação dos conhecimentos acadêmicos sobre avaliação de usabilidade, procurando identificar problemas e sugerindo soluções também são objetivos deste trabalho.

1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho divide-se cinco em capítulos. O Capítulo 1 apresenta a Introdução deste trabalho, bem como seus Objetivos e Justificativa. O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico sobre Interação Humano-Computador (IHC), usabilidade e métodos de avaliação de IHC. O Capítulo 3 refere-se a metodologia e materiais utilizados na elaboração do trabalho. No Capítulo 4 são demonstrados os resultados e discussões coletados. O Capítulo 5 traz as conclusões do trabalho, destacando as contribuições alcançadas e sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os conceitos fundamentais sobre Interação Humano-Computador (IHC), bem como os seus critérios de qualidade de uso. Ainda, os métodos de avaliação são apresentados com ênfase na Avaliação Heurística e Percurso Cognitivo.

2.1 Interação Humano-Computador

A preocupação com a qualidade da interação entre humanos e interfaces não é algo novo na área da tecnologia. Até o final dos anos 70, apenas um grupo seleto de pessoas utilizava computadores. Essa dinâmica passou por uma transformação significativa com a introdução dos computadores pessoais, que trouxeram consigo aplicações de produtividade, jogos, novas linguagens de programação, sistemas operacionais e diversas outras inovações. Essas mudanças democratizaram o acesso à tecnologia, tornando possível para um público mais amplo o uso de computadores. No entanto, esse aumento de acessibilidade também evidenciou as limitações de usabilidade dos computadores para muitos de seus novos usuários (LOWGREN *et al.*, 2019).

Surge então na metade dos anos 80, a Interação Humano-Computador (IHC), um conceito que busca descrever um estudo que tinha o foco nas necessidades dos usuários, e não apenas no *design* das interfaces em si (GUEDES, 2008). Segundo Hewett *et al.* (1992) IHC pode ser definido como uma área de estudo que se concentra no projeto, avaliação e implementação de sistemas de computação interativos destinados ao uso humano, bem como no estudo dos principais fenômenos que os envolvem.

Essa definição abrange diversos tópicos, uma vez que é considerada uma ciência multidisciplinar. Ela engloba questões como facilidade de aprendizado, acolhimento de indivíduos com necessidades especiais, exaustão resultante de uso prolongado, rapidez na execução de determinadas tarefas, entre outros itens. Essa abordagem vai além da mera questão estética dos sistemas, pois combina conhecimentos das áreas de psicologia e engenharia de software. (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2016).

De forma geral, podem ser considerados quatro critérios de qualidade de uso em IHC descritos por Barbosa e Silva (2010): a usabilidade, experiência de usuário, acessibilidade e comunicabilidade. Esses critérios destacam particularidades na interação e na interface que as tornam apropriadas para alcançar os resultados desejados ao utilizar o sistema.

2.1.1 Usabilidade

Numerosos produtos que envolvem a interação dos usuários para a realização de suas tarefas não foram necessariamente concebidos com o usuário em mente, em vez disso, ge-

ralmente foram projetados como sistemas para cumprir funções específicas. Embora possam funcionar de maneira eficaz do ponto de vista da engenharia, muitas vezes os usuários do mundo real eram deixados em segundo plano, o que pode causar aborrecimento ao tentar utilizar. O objetivo do *design* de interação é reorientar essa abordagem, integrando a usabilidade no processo de desenvolvimento (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). O conceito de usabilidade teve origem na ciência cognitiva no início da década de 80, posteriormente, passou a ser integrado nas áreas da psicologia e da ergonomia (GUEDES, 2008).

A ISO/IEC 9126-1, publicada em 1991, representou a primeira formalização do termo "usabilidade". Segundo esta norma, a usabilidade é uma das categorias de atributos que compõem o modelo de qualidade externa e interna de produtos de engenharia de software. Seguindo essa definição normativa, ela pode ser descrita como a "capacidade do produto de software de ser compreendido, aprendido, operado e atraente ao usuário, quando utilizado sob condições específicas" (NUNES; SILVA; COSTA, 2020).

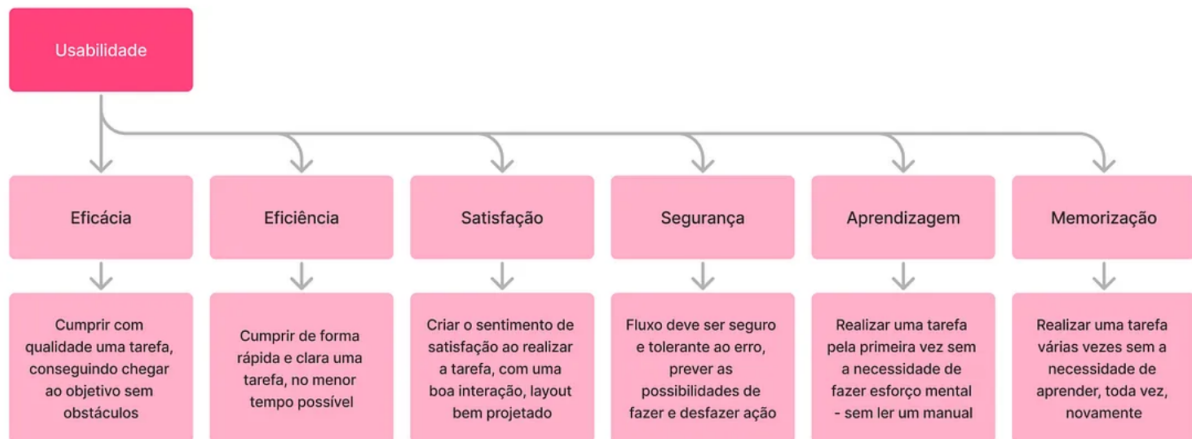
Posteriormente, a ISO 9241-11 indicou que a usabilidade é um conceito multidimensional e que não depende apenas da capacidade de um produto ser usado facilmente, pois ele não pode ser avaliado de forma isolada. A usabilidade pode ser influenciada e é dependente do contexto de uso, equipamentos, tarefas, ambiente físico e social. Portanto, ela pode ser definida como a "medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso" (ISO 9241-11, 2018).

Nielsen (1994) definiu usabilidade como um atributo de qualidade de interfaces, cujo objetivo é avaliar a facilidade de uso. Além disso, o conceito também abrange a descrição de métodos direcionados à melhoria da facilidade de uso durante o processo de *design* das interfaces do usuário. Nielsen (1994) também associa a usabilidade com cinco atributos:

- **Eficiência** (*Efficiency*) : após os usuários aprenderem a utilizar o sistema, ele deve ser capaz de realizar tarefas rapidamente, ou seja, ser eficiente;
- **Satisfação** (*Satisfaction*): os usuários devem gostar e se sentirem satisfeitos ao utilizarem o sistema;
- **Erros** (*Errors*) : o sistema deve minimizar a ocorrência de erros, especialmente os graves que devem ser evitados, no entanto, se o usuário cometer algum erro na utilização, ele deve ser capaz de se recuperar;
- **Aprendizagem** (*Learnability*): dado o primeiro contato do usuário com o sistema, esse atributo avalia quão facilmente ele pode aprender a usá-lo;
- **Memorização** (*Memorability*): depois de um período sem utilizar o sistema, os usuários devem ser capazes de recordar como ele funciona, sem a necessidade de reaprender tudo.

Valerio (2023) compartilha uma perspectiva, definindo usabilidade como "um atributo da experiência do usuário que está presente no momento em que existe a interface". Além disso, a autora acrescenta uma métrica adicional que é necessária para considerar um produto com usabilidade: a eficácia, como apresentado na Figura 1, onde a autora compartilha de todas as outras definições e acrescenta mais uma, a eficácia, que esta relacionada à cumprir uma determinada ação sem obstáculos.

Figura 1 – Métricas da usabilidade.



Fonte: Valerio (2023).

Segundo Costa (2014), a usabilidade, também conhecida como "facilidade de uso", está intrinsecamente ligada às disciplinas de Interação Humano-Computador (IHC) e ergonomia. Ela tem como objetivo fundamental aprimorar a qualidade das interfaces de aplicativos, sem negligenciar a sua principal finalidade: a interação eficiente com o sistema.

Ao considerar as perspectivas de diversos autores sobre o conceito de usabilidade, torna-se evidente a importância fundamental desse princípio na construção de sistemas e produtos de software. Essas diversas abordagens se alinham em um aspecto fundamental: a usabilidade não é apenas um atributo a ser incorporado, mas sim um pilar essencial para a eficácia e aceitação de sistemas tecnológicos.

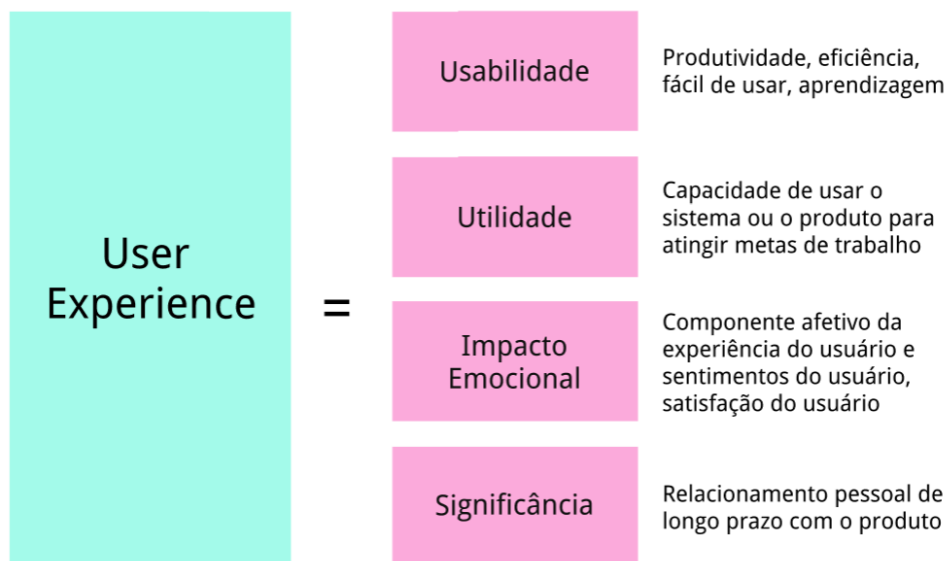
De acordo com Oliveira e Oliveira (2016), a usabilidade é importante também para empresas pequenas pois, ao comparar dois produtos concorrentes que possuem funcionalidades parecidas, ela se torna o principal critério de comparação, dando vantagem ao que oferece uma usabilidade superior. Diante disso, muitas fábricas de softwares têm se preocupado em criar estratégias para aprimorar seus produtos, as quais são utilizadas na análise por especialistas e na realização de testes de usabilidade.

2.1.2 User eXperience (UX)

Segundo Teixeira (2014), o conceito pode ser explicado basicamente como a experiência que o usuário tem ao utilizar um produto, a qual pode ser uma experiência positiva, ou negativa. No contexto dos produtos digitais, por exemplo, a experiência pode ser considerada positiva quando o usuário consegue realizar uma determinada tarefa rapidamente.

A experiência do usuário, mais conhecida com *User eXperience* (UX) enfatiza a importância de aspectos que vão além da funcionalidade, priorizando o impacto positivo, emocional e experiencial. Esse critério se esforça para criar experiências de alta qualidade, indo além da mera resolução de problemas de usabilidade, desafiando a ideia implícita de que alta qualidade significa apenas a ausência de problemas. Essa abordagem está alinhada com uma tendência na psicologia que prioriza o bem-estar e o desenvolvimento das capacidades humanas, visando não apenas evitar frustrações, mas também proporcionar satisfação (HASSENZAHL; TRACTINSKY, 2006). A Figura 2 apresenta de maneira resumida os aspectos importantes que são considerados na experiência do usuário.

Figura 2 – Aspectos da User Experience.



Fonte: Adaptado de Hartson e Pyla (2018).

2.1.3 Comunicabilidade

Comunicabilidade se refere a quão bem um software consegue mostrar aos usuários o que ele foi projetado para fazer e como interagir com ele. O objetivo de avaliar a comunicabilidade é ajudar os *designers* a entenderem se os usuários estão entendendo as mensagens que o sistema quer transmitir e identificar problemas de comunicação que possam ocorrer durante o uso. À medida que os usuários usam um software e trocam informações com ele para conseguir

o que desejam, é importante que eles possam entender como o sistema foi criado para funcionar e o que ele espera deles. Isso ajuda a melhorar a comunicação entre o usuário e o sistema (PRATES; SOUZA; BARBOSA, 2000). A Figura 3, ilustra essa comunicação entre o *designer* e o usuário.

Figura 3 – Metacomunicação designer–usuário e comunicação usuário–sistema.



Fonte: Barbosa e Silva (2010).

Essa comunicação entre o *designer* e o usuário por meio da interface desempenha um papel fundamental em sistemas interativos. Conforme a teoria da Engenharia Semiótica, a interface atua como um representante do *designer* durante a interação. Para ser eficaz, essa comunicação deve ser transparente e de fácil compreensão. Portanto, uma interface de qualidade deve conter elementos que tornem a mensagem do *designer* clara e simples de entender. Isso permite que o usuário atinja seus objetivos ao interagir com o sistema. Avaliar esse aspecto do sistema é importante pois, de acordo com a Engenharia Semiótica, a qualidade de um sistema é predominantemente avaliada com base em sua comunicabilidade (SOUZA, 2009).

2.1.4 Acessibilidade

A acessibilidade se traduz na capacidade de qualquer pessoa, em diferentes contextos, acessar e utilizar ambientes, produtos e serviços de forma descomplicada. Isso envolve princípios de *design* inclusivo, a disponibilização de uma ampla gama de produtos e serviços para atender às necessidades de diversas populações (GODINHO, 2020).

A acessibilidade desempenha um papel fundamental na garantia de que todos os usuários, independentemente de suas habilidades ou limitações, possam interagir efetivamente com um sistema. Ela envolve a eliminação de barreiras que possam impedir essa interação e a inclusão de pessoas com diversas capacidades. Ao interagir com um sistema, os usuários dependem de suas habilidades motoras, sentidos e capacidade cognitiva. Qualquer obstáculo na interface relacionado a qualquer uma dessas áreas pode impedir que os usuários aproveitem o suporte computacional oferecido pelo sistema (BARBOSA; SILVA, 2010).

No contexto da acessibilidade na internet, a web é projetada com a intenção de ser inclusiva, abrangendo todos, independentemente de suas capacidades, configurações de hardware, software, idioma ou localização. Quando essa meta é alcançada, a web se torna acessível a

pessoas com diversas habilidades. No entanto, uma má concepção de sites e tecnologias pode criar obstáculos que impedem o acesso de algumas pessoas à informações contidas na internet (HENRY, 2022).

2.2 Métodos de Avaliação de IHC

A avaliação de IHC é crucial na tecnologia da informação para identificar e corrigir problemas, garantindo a alta qualidade do sistema e acessibilidade. Melhorar a qualidade do sistema é o desafio dos desenvolvedores, que buscam uma experiência positiva para os usuários. Um sistema eficaz atende aos requisitos do cliente, é interativo e aprimora a produtividade, reduzindo erros (MEDEIROS, 2022).

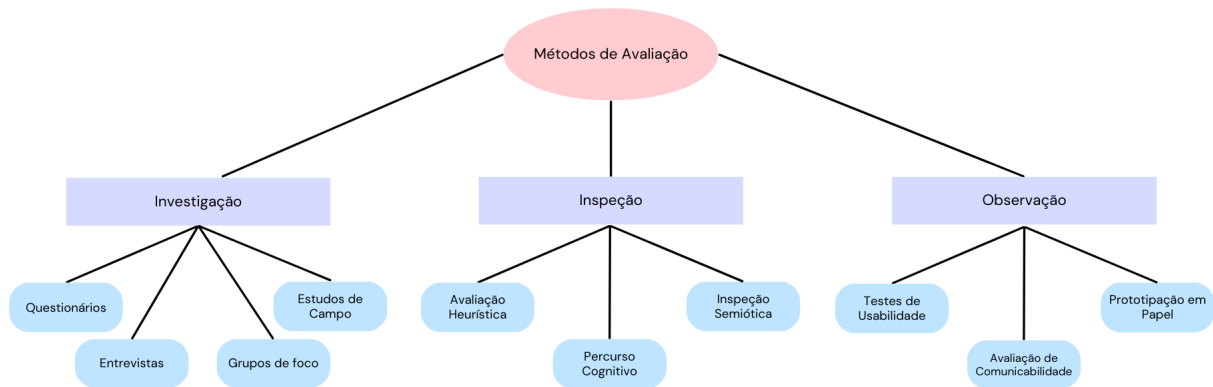
A essência de uma avaliação de IHC reside na definição dos objetivos da avaliação, seu público-alvo e as razões para a realização. Esses objetivos determinam os aspectos do uso do sistema que serão investigados e são impactados pelas necessidades e preocupações de várias partes interessadas, como usuários, *designers*, clientes, desenvolvedores e equipes de *marketing*. O avaliador deve identificar esses interesses para estabelecer os objetivos da avaliação de IHC, que, posteriormente, guiarão o planejamento, a execução e a apresentação dos resultados do processo de avaliação (BARBOSA; SILVA, 2010). Dentre estes objetivos quatro são destacados pelos autores:

- **Apropriação de tecnologia pelos usuários:** requer a participação dos usuários para entender o contexto, objetivos e necessidades, bem como utilizam as tecnologias disponíveis e como essas tecnologias afetam suas vidas pessoais e profissionais;
- **Ideias e alternativas de *design*:** envolve comparar várias alternativas de solução de acordo com critérios de uso e construção de interfaces de usuário, considerando o contexto de uso, objetivos e preferências dos usuários;
- **Conformidade com um padrão:** a avaliação verifica se uma solução de IHC segue padrões específicos, como os de acessibilidade ou os padrões de ambiente computacional, para garantir consistência e familiaridade para os usuários;
- **Problemas na interação e na interface:** nesse objetivo, o avaliador analisa dados coletados, frequentemente com a participação dos usuários, para identificar problemas na interação e na interface que prejudicam a qualidade de uso do sistema, classificando-os de acordo com sua gravidade, frequência e critérios de qualidade de uso prejudicados.

Barbosa e Silva (2010) destacam o fato de existirem diversos métodos de avaliações de IHC disponíveis na literatura para avaliar a qualidade de uso de um sistema. Cada um desses métodos é mais adequado para cumprir determinados objetivos de avaliação, oferecendo

orientações sobre quando e onde coletar dados, como conduzir análises e quais critérios de qualidade de uso eles contemplam, além de aspectos como a participação ou não de usuários no processo. Considerando esses fatores, os autores dividem os métodos de avaliação em três grupos majoritários: métodos de investigação, de inspeção e de observação, como demonstrado na Figura 4.

Figura 4 – Métodos de Avaliação de IHC.



Fonte: Autoria própria (2025).

Os **métodos de investigação** envolvem a busca de informações por meio da opinião do usuário sobre o uso específico de um sistema. As formas mais utilizadas de realizar essas avaliações são os questionários e entrevistas (ALMEIDA *et al.*, 2016). Os questionários são ferramentas que devem ser usados para alcançar um grupo grande de participantes, reduzindo possíveis vieses pessoais que as respostas podem ter (KIM, 2015). Entrevistas permitem adaptar as perguntas ao contexto e explorar a fundo questões relevantes à medida que surgem. São eficazes para avaliações de alto nível, revelando informações sobre preferências, impressões e problemas não previstos pelo *designer* (DIX, 2003).

Os grupos de foco reúnem várias pessoas para uma discussão ou entrevista coletiva, guiada por um moderador. A principal vantagem desse método é obter de maneira ágil, várias perspectivas diferentes (BARBOSA; SILVA, 2010). O estudo de campo envolve levar o avaliador para o ambiente de trabalho do usuário para observar o sistema em ação. Isso oferece a vantagem de capturar interações naturais e contextuais, que podem ser perdidas em um ambiente de laboratório (DIX, 2003).

Em situações em que os usuários não estão disponíveis ou sua participação é muito custosa, a avaliação pode ser conduzida sem a presença deles. Nesse cenário, é possível recolher a opinião de especialistas em IHC, especialistas em desenvolvimento de software com experiência em um estilo de interface específico, ou até mesmo usuários finais com conhecimento no domínio e na tarefa, entre outras opções. Esses tipos de avaliação são classificadas

como **métodos de inspeção**, que incluem a Avaliação Heurística, Percurso Cognitivo e Inspeção Semiótica (PRATES; BARBOSA, 2003).

Já os **métodos de observação** fornecem dados sobre as atividades dos usuários, destacando problemas reais que enfrentam durante a utilização de sistemas, não apenas problemas potenciais previstos por um avaliador. Podem ser realizados em contexto (para dados ricos em ambientes reais) ou em laboratório (com controle ambiental). Alguns dos exemplos mais comuns desse tipo de avaliação são os testes de usabilidade, avaliação de comunicabilidade e a prototipação no papel (BARBOSA; SILVA, 2010).

Os testes de usabilidade e avaliações de comunicabilidade são realizados em laboratórios, com uma quantidade pequena de usuários e tem o objetivo de detalhar quais aspectos do sistema estão bons ou ruins e como eles podem ser melhorados de acordo com o critério que está sendo avaliado. As sessões de testes devem abranger as partes mais importantes da interface do sistema detalhando quais aspectos da interface podem ser melhorados (BARBOSA; SILVA, 2010; ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

O prototipação em papel envolve usuários realizando tarefas realistas interagindo com uma versão em papel da interface, manipulada por uma pessoa que representa o computador, essa pessoa manipula os pedaços de papel para simular como a interface se comporta. Os usuários tocam nos elementos do protótipo e escrevem informações diretamente nele. Devido à natureza em papel, é possível fazer modificações rápidas após cada teste de usabilidade (BARBOSA; SILVA, 2010).

2.2.1 Avaliação Heurística

Conforme mencionado na Figura 4, a Avaliação Heurística é um método de avaliação de inspeção, ou seja, não necessita da participação de usuários para ser realizada. Segundo Nielsen (1994), a Avaliação Heurística envolve a observação de uma interface e a formação de uma opinião sobre seus pontos fortes e fracos. Originalmente esse tipo de avaliação compreendiam uma grande quantidade de diretrizes de usabilidade, o que intimidava muitos profissionais. Foi então que o autor resolveu condensar em 10 heurísticas que abrangeriam vários aspectos das interfaces.

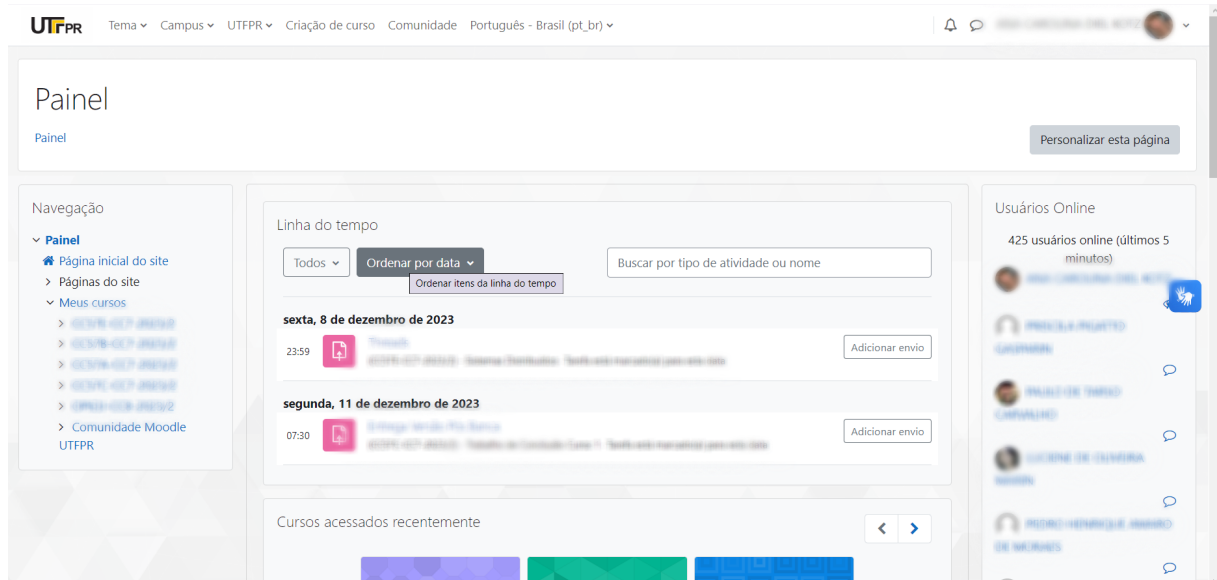
A Avaliação Heurística proposta por Nielsen, é um método que se concentra nesse conjunto de 10 regras simplificadas de diretrizes de usabilidade. Essas regras são capazes de explicar uma grande parte dos problemas identificados no *design* de interfaces de usuário (SCHENEIDER, 2017).

As heurísticas propostas por Nielsen são as seguintes (NIELSEN, 2020):

1. **Visibilidade do status do sistema:** O sistema mantém os usuários constantemente atualizados sobre o que está ocorrendo, oferecendo *feedback* apropriado (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). Um exemplo dessa heurística é demonstrado na Figura 5,

onde existe um destaque nos botões ou passar por cima deles no sistema web do Moodle da UTFPR¹.

Figura 5 – Exemplo da heurística Visibilidade do status do sistema

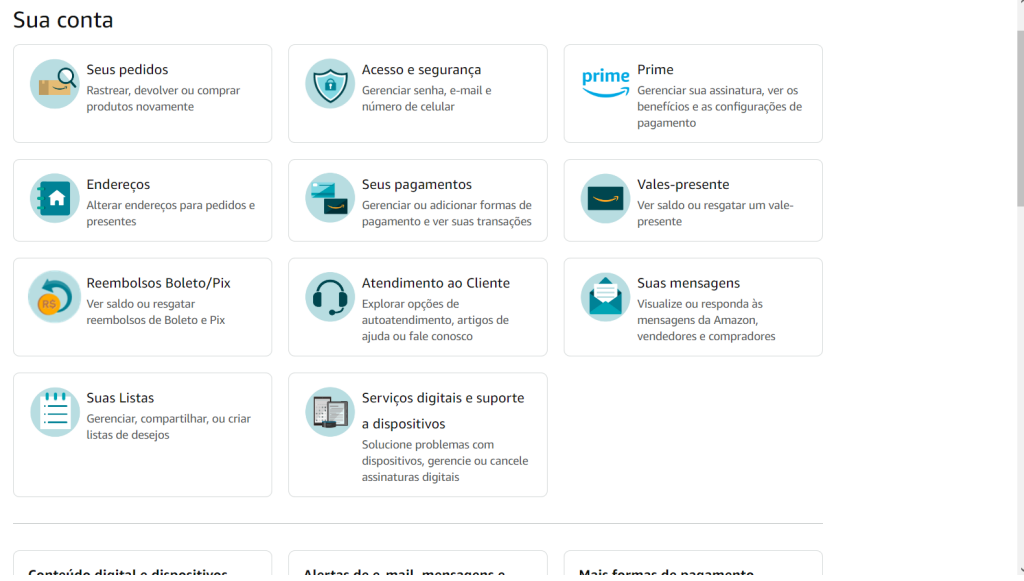


Fonte: Autoria própria (2025).

¹ www.moodle.utfpr.edu.br/

2. **Correspondência entre o sistema e o mundo real:** O *design* deve ser compreensível para os usuários, usando linguagem familiar e seguindo convenções do mundo real. Isso facilita o aprendizado e a usabilidade da interface, tornando a experiência mais intuitiva. Um exemplo dessa heurística é demonstrado na Figura 6, onde cada opção que pode ser selecionada pelo usuário na página "Sua conta" da Amazon² é representada por um ícone e frases que são facilmente entendidas.

Figura 6 – Exemplo da heurística Correspondência entre o sistema e o mundo real

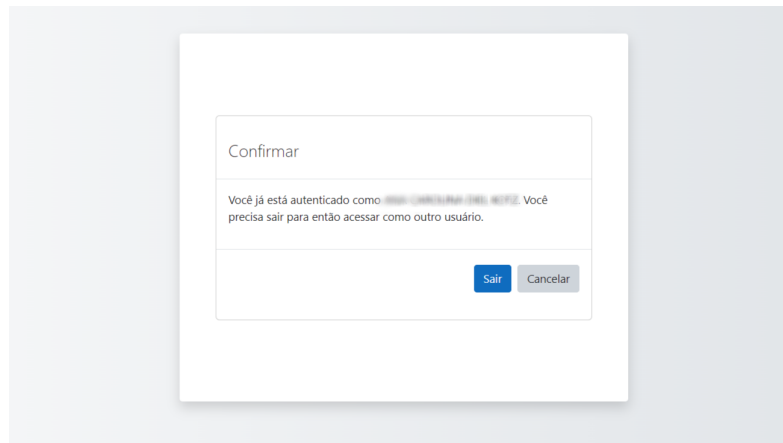


Fonte: Autoria própria (2025).

3. **Controle e liberdade do usuário:** Uma interface deve oferecer a capacidade de desfazer e refazer ações para quando os usuários cometerem erros no sistema, eles devem ter uma opção destacada para sair de situações indesejadas, uma opção de "saída de emergência" (BARBOSA; SILVA, 2010). Na plataforma *Moodle* essa heurística pode ser observada na interface da Figura 7, onde ao acessar a página de *login*, o usuário pode escolher se vai querer continuar com a conta atual ou acessar outra.
4. **Consistência e padrões:** O sistema deve ter consistência na linguagem, termos e ações da interface, seguindo as convenções da indústria e da plataforma, para não sobrecarregar os usuários com a necessidade de aprender algo novo. No website de *e-commerce* da *Amazon* isso pode ser observado nos botões de ação com cores iguais e na convenção da indústria de usar o carrinho de compras no campo superior direito. Isso é mostrado na Figura 8.
5. **Prevenção de erros:** Além de ter boas mensagens de erros, o sistema deve evitar que erros ocorrem, eliminando condições propensas a erros e sempre confirmando se

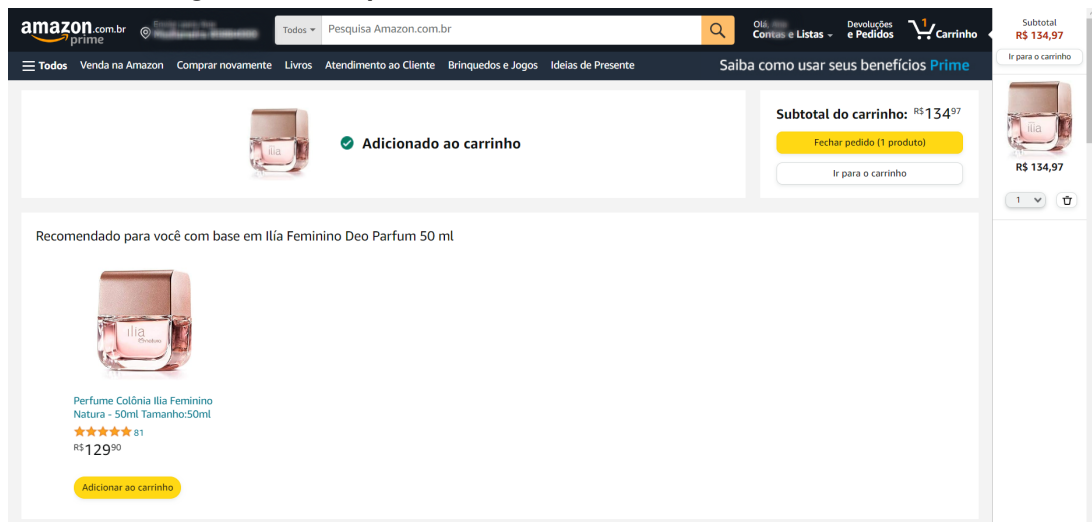
² <https://www.amazon.com.br>

Figura 7 – Exemplo da heurística Controle e liberdade do usuário



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 8 – Exemplo da heurística Controle e liberdade do usuário



Fonte: Autoria própria (2025).

o usuário realmente deseja realizar determinada ação. Um exemplo dessa heurística é demonstrado na Figura 9, onde ao usuário clicar para excluir um arquivo mandado em uma tarefa, o sistema avisa e retorna uma confirmação se é realmente aquilo que usuário deseja fazer.

6. **Reconhecimento em vez de lembrança:** O sistema deve garantir que objetos, ações e opções sejam visíveis e intuitivos, evitando a necessidade do usuário de memorizar significados ou informações de partes diferentes da aplicação (BARBOSA; SILVA, 2010). Um exemplo disso é que na plataforma da *Amazon*, ou últimos produtos que o usuário visualizou aparecem na tela inicial. Isso pode ser observado na Figura 10.
7. **Flexibilidade e eficiência de uso:** A aplicação disponibiliza atalhos, que possibilitam que usuários experientes executem suas tarefas de forma mais ágil (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). Isso é muito bem utilizado em softwares de edição de texto,

Figura 9 – Exemplo da heurística Prevenção de erros

Confirmar

Tem certeza de que deseja excluir os dados do envio?

Continuar Cancelar

Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 10 – Exemplo da heurística Reconhecimento em vez de lembrança

amazon.com.br prime Enviar para Ana Medianeira 85884000 Todos Pesquisa Amazon.com.br Olá, Ana Contas e Listas Devoluções e Pedidos Carrinho

Todos Venda na Amazon Comprar novamente Livros Atendimento ao Cliente Brinquedos e Jogos Ideias de Presente Eletrônicos A Batalha de Natal - Novo filme

As estimativas de entrega para Medianeira incluem atrasos devido às condições climáticas atuais ou previstas.

“Alexa, bom dia.” Frete GRÁTIS Experimente por 30 dias Echo Pop Echo Dot Echo Dot com Relógio Echo Show 5

Presentes por faixa de preço Ideias de presentes Até R\$50

Continue de onde parou Perfume Colônia Ilia Fe... Essencial Exclusivo Fe...

Compre novamente Compre seus itens essenciais do dia a dia

Conheça Alexa Alexa torna sua vida mais fácil, conveniente e divertida, transformando seu dia a dia. Descubra tudo que Alexa pode fazer

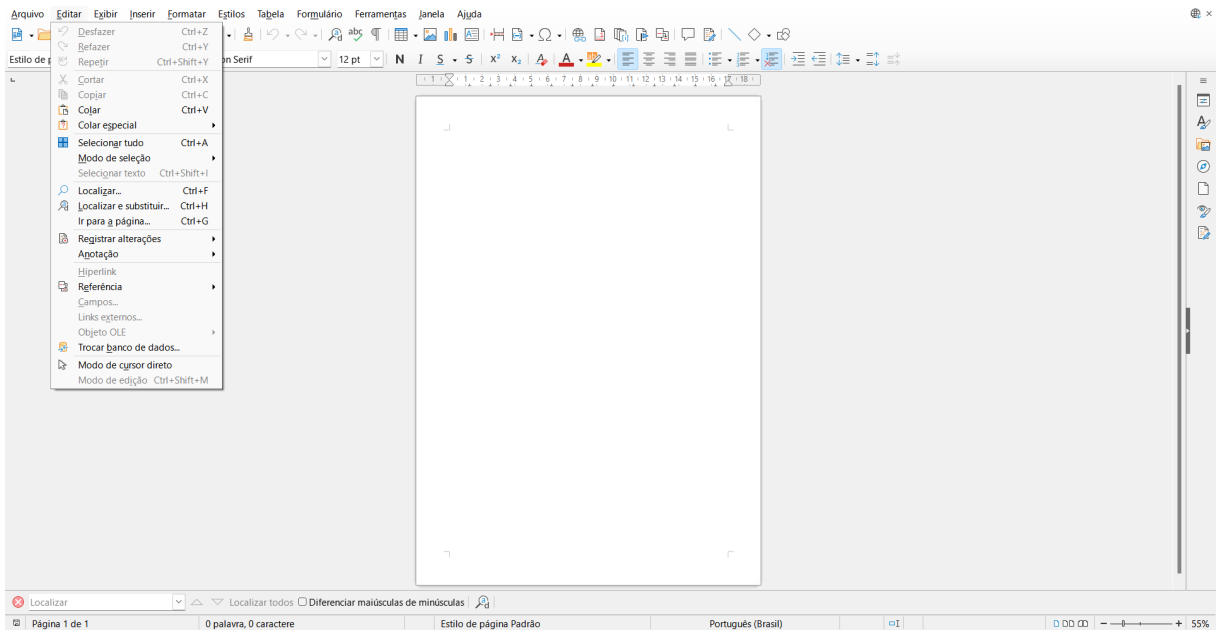
MEGA da VIRADA prêmio estimado R\$550 MILHÕES

Fonte: Autoria própria (2025).

como por exemplo o *LibreOffice Writer*, que disponibiliza atalhos para funcionalidades que são bastante utilizadas, isso é demonstrado na Figura 11.

8. **Design estético e minimalista:** As interfaces devem ser livres de informações irrelevantes e manter o foco no conteúdo essencial. Deve garantir que elementos visuais da interface estejam alinhados com os principais objetivos do usuário. Essa heurística pode ser demonstrado com a própria interface inicial do Moodle na Figura 5, onde apenas informações e opções relevantes para o aluno são mostradas, evitando deixar a interface poluída com informações desnecessárias.
9. **Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros:** Mensagens de erro devem ser claras e compreensíveis, apontar com precisão o problema e oferecer orientações úteis para solucioná-los (BARBOSA; SILVA, 2010). Formulários de

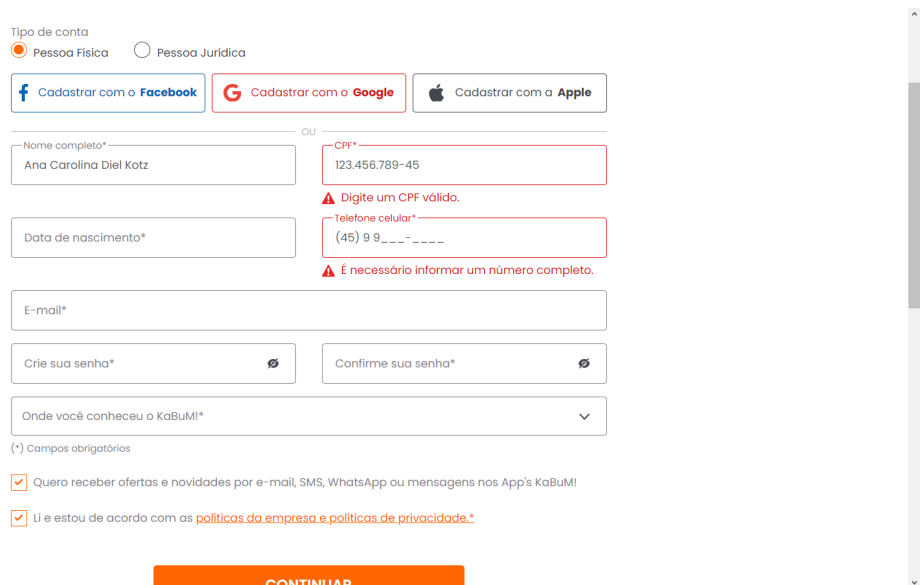
Figura 11 – Exemplo da heurística Flexibilidade e eficiência de uso



Fonte: Autoria própria (2025).

cadastro destacando e mostrando como consertar os erros antes mesmo do usuário submetê-lo é um exemplo dessa heurística. No *e-commerce* da *Kabum*³ isso é utilizado no formulário de cadastro do usuário, como demonstrado na Figura 12.

Figura 12 – Exemplo da heurística Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros

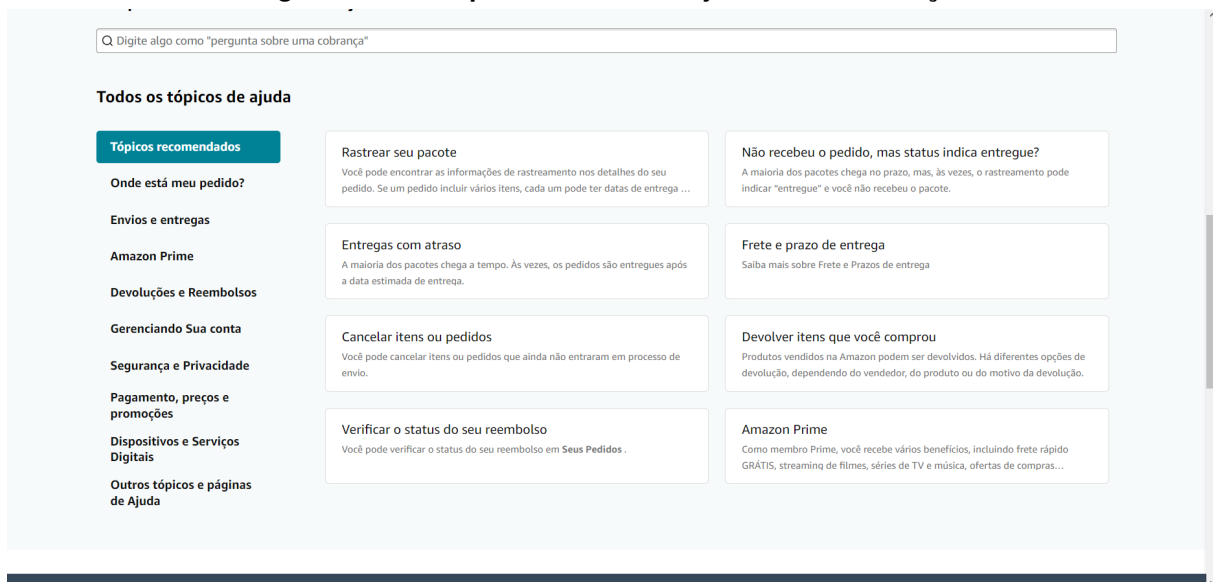


Fonte: Autoria própria (2025).

³ <https://www.kabum.com.br>

10. **Ajuda e documentação:** O sistema deve ser autoexplicativo, mas se precisar de documentação, ela deve ser de fácil busca e centrada nas tarefas dos usuários, com instruções claras e concisas. Isso pode ser exemplificado novamente com o website da Amazon na Figura 13, onde existe a aba de ajuda com informações sobre as principais funcionalidades do sistema.

Figura 13 – Exemplo da heurística Ajuda e documentação



Fonte: A autoria própria (2025).

A avaliação pode ser feita por apenas um avaliador, mas é recomendado o uso de 3 a 5 avaliadores, pois cada um deles pode encontrar problemas diferentes, o que possivelmente irá melhorar o desempenho da avaliação. A Avaliação Heurística é uma abordagem na qual avaliadores de maneira individual, inspecionam interfaces de forma isolada. Isso assegura avaliações independentes e imparciais. Cada avaliador geralmente dedica de uma a duas horas para uma sessão de avaliação, podendo ser necessário mais tempo para interfaces complexas, que podem ser avaliadas em sessões menores, focando em partes específicas da interface (NIELSEN, 1994).

Após a avaliação, é crucial analisar e categorizar os problemas identificados para priorizá-los, permitindo a alocação eficiente de recursos para desenvolver possíveis soluções. Isso envolve a estimativa da gravidade dos problemas por meio de notas em critérios pré-definidos. A lista de problemas gerada serve como base para redesenhar a interface, visando corrigir as falhas encontradas (OLIVEIRA; SAVOINE; ITPAC, 2011).

A gravidade de um problema é determinada pela combinação de três fatores: a frequência de ocorrência (comum ou rara), o impacto do problema quando acontece (fácil ou difícil de superar pelo usuário) e a persistência do problema (se é um incidente único que o usuário pode superar se ciente, ou se os usuários serão continuamente afetados por ele). Além disso, a gra-

vidade é determinada pelo impacto do problema no mercado consumidor do produto (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

Os avaliadores classificam a severidade dos problemas encontrados de acordo com uma categorização pré-estabelecida. Uma dessas classificações, que é representada pelo Quadro 1, é baseada na escala proposta por Nielsen (1994):

Quadro 1 – Severidade dos problemas encontrados na Avaliação Heurística.

Escala	Descrição
0	Isso não é um problema de usabilidade
1	Problema puramente cosmético - não necessita correção, a menos que tenha tempo extra no projeto
2	Problema menor de usabilidade - a correção deve ter baixa prioridade
3	Problema significativo de usabilidade - a correção deve ter alta prioridade
4	Catástrofe de usabilidade - é essencial corrigir isso antes do produto poder ser lançado

Fonte: Autoria própria (2025).

Para a realização da inspeção, um roteiro descrevendo todas as atividades necessárias para a Avaliação Heurística é apresentado pelos autores Barbosa e Silva (2010). Esse roteiro é dividido em cinco etapas principais: preparação, coleta de dados, interpretação, consolidação dos resultados e por último dos relatos dos resultados, demonstradas no Quadro 2.

Quadro 2 – Roteiro para a realização de uma Avaliação Heurística

avaliação heurística	
atividade	tarefa
Preparação	<i>Todos os avaliadores:</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ aprendem sobre a situação atual: usuários, domínio etc. ▪ selecionam as partes da interface que devem ser avaliadas
Coleta de dados	<i>Cada avaliador, individualmente:</i>
Interpretação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ inspeciona a interface para identificar violações das heurísticas ▪ lista os problemas encontrados pela inspeção, indicando local, gravidade, justificativa e recomendações de solução
Consolidação dos resultados	<i>Todos os avaliadores:</i>
Relato dos resultados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ revisam os problemas encontrados, julgando sua relevância, gravidade, justificativa e recomendações de solução ▪ geram um relatório consolidado

Fonte: Barbosa e Silva (2010).

2.2.2 Percurso Cognitivo

Outra variante de método de avaliação por inspeção citada na Figura 4 é o Percurso Cognitivo (*cognitive walkthrough*). Essa avaliação tem como propósito avaliar um sistema e identificar as causas dos possíveis problemas de usabilidade, analisando o quão fácil é para os usuários realizar uma tarefa sem a necessidade de instruções formais ou orientações informais. Essa avaliação pode ser realizada tanto individualmente, quanto em um grupo de avaliadores (POLSON *et al.*, 1992; WHARTON, 1994).

O Percurso Cognitivo, a princípio, é aplicável a interfaces que são aprendidas de forma exploratória, mas também é útil em interfaces que demandam treinamento mais específico. A avaliação da facilidade de aprendizado do sistema baseia-se na correspondência entre o modelo mental dos usuários e a representação do sistema, considerando a conceitualização da tarefa, o vocabulário empregado e as respostas do sistema às ações dos usuários. Esse método foi inspirado na preferência de muitos usuários por uma abordagem de "aprender fazendo", em oposição com o aprendizado por meio de treinamentos ou leitura de manuais (GUEDES, 2008; BARBOSA; SILVA, 2010).

Para a realização do Percurso Cognitivo, o avaliador simula a interação do usuário com a interface, realizando tarefas usuais e críticas, avaliando a usabilidade em relação a uma ou mais tarefas. Esse processo pode ser dividido duas fases: a preparatória e a de análise (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

Na fase preparatória, os analistas estabelecem as bases para a avaliação da interface, o que inclui a definição dos usuários-alvo do sistema, a escolha das tarefas a serem analisadas, a definição da ordem adequada de ações para cada tarefa e a identificação da interface a ser avaliada (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

Já na fase de análise, o objetivo é criar uma narrativa coerente que revele o nível de compreensão dos usuários, seus objetivos e como eles abordam a resolução de problemas, incluindo a capacidade de deduzir a solução correta. Em sua narrativa, o avaliador pode utilizar as seguintes perguntas como guia: "Os usuários farão a ação correta para atingir o resultado desejado?", "Os usuários perceberão que a ação correta está disponível?", "Os usuários irão associar a ação correta com resultado desejado?" e "Se a ação correta for executada os usuários perceberão que foi feito um progresso em relação a tarefa desejada?" (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

Um roteiro descrevendo todas as atividades necessárias para a realização de um Percurso Cognitivo é apresentado pelos autores Barbosa e Silva (2010). Esse roteiro é dividido em cinco etapas principais: preparação, coleta de dados, interpretação, consolidação dos resultados e por último dos relatos dos resultados. Essas etapas são demonstradas no Quadro 3.

Quadro 3 – Roteiro para a realização de um Percurso Cognitivo

percurso cognitivo	
atividade	tarefa
Preparação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ identificar os perfis de usuários ▪ definir quais tarefas farão parte da avaliação ▪ descrever as ações necessárias para realizar cada tarefa ▪ obter uma representação da interface, executável ou não
Coleta de dados Interpretação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ percorrer a interface de acordo com a sequência de ações necessárias para realizar cada tarefa ▪ para cada ação enumerada, analisar se o usuário executaria a ação corretamente, respondendo e justificando a resposta às seguintes perguntas: <ul style="list-style-type: none"> – O usuário vai tentar atingir o efeito correto? (Vai formular a intenção correta?) – O usuário vai notar que a ação correta está disponível? – O usuário vai associar a ação correta com o efeito que está tentando atingir? – Se a ação for executada corretamente, o usuário vai perceber que está progredindo na direção de concluir a tarefa? ▪ relatar uma história aceitável sobre o sucesso ou falha em realizar cada ação que compõe a tarefa
Consolidação dos resultados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sintetizar resultados sobre: <ul style="list-style-type: none"> – o que o usuário precisa saber <i>a priori</i> para realizar as tarefas – o que o usuário deve aprender enquanto realiza as tarefas – sugestões de correções para os problemas encontrados
Relato dos resultados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ gerar um relatório consolidado com os problemas encontrados e sugestões de correção

Fonte: Barbosa e Silva (2010).

2.2.3 Inspeção Semiótica

Assim como os métodos de Avaliação Heurística e Percurso Cognitivo, a inspeção semiótica é realizada sem a presença de usuários reais. Mas diferente dos métodos anteriores, ela avalia a comunicabilidade das interfaces e seu objetivo principal é avaliar a metacomunicação do designer representada pela interface (BARBOSA; SILVA, 2010).

Para avaliar essa metacomunicação do sistema são avaliados certos elementos da interface, que são conhecidos como signos. Esses signos são divididos em três classificações: os **signos de metacomunicação**, que são representados pelos manuais de usuário, sistema de ajuda e mensagens de erro; os **signos estáticos**, são o que expressam o estado do sistema, como rótulos, campos, imagens e botões; e os **signos dinâmicos**, que demonstram o comportamento do sistema quando o usuário interage com a interface (PRATES; BARBOSA, 2007).

É um processo que consiste em cinco etapas para analisar e avaliar a comunicabilidade das interfaces de um sistema. Antes de iniciar, é importante realizar uma fase de preparação, que envolve coletar documentação relevante e organizar o espaço a ser analisado. As cinco etapas da inspeção são as seguintes: análise dos signos metalinguísticos, estáticos e dinâmi-

cos, comparação da mensagem de metacomunicação do designer que envolve a síntese das informações das etapas anteriores para entender a mensagem global que o designer está tentando transmitir e a avaliação final da comunicabilidade, onde avalia-se a eficácia do sistema em comunicar sua mensagem aos usuários com base nas análises anteriores (CASTRO; FUKS, 2009).

2.3 Avaliação de Qualidade de Software

A qualidade de um sistema de software é fortemente influenciada por suas características não funcionais, que moldam a experiência do usuário. Enquanto problemas de funcionalidade podem ser contornados, aspectos como lentidão e falta de confiabilidade tornam difícil para os usuários alcançarem seus objetivos. A qualidade de software vai além da implementação correta de funcionalidades, ela está relacionada à confiança, usabilidade, eficiência e manutenibilidade. Entretanto, otimizar todos esses aspectos é impraticável, sendo assim necessário um plano de qualidade que identifica atributos mais cruciais para cada software (SOMMERVILLE, 2011).

Vários modelos diferentes de avaliação de qualidade são aplicados pelas diversas empresas que atuam nesse meio de trabalho, isso pode causar ambiguidades no entendimento dos resultados e um processo de definição de qualidade limitado (NAKAI *et al.*, 2016). Para tentar contornar esse desafio, instituições nacionais e internacionais têm criado normativas na área de Engenharia de Software para auxiliar com modelos e métodos de avaliação de qualidade, um dos exemplos é a ISO - Organização Internacional de Normalização (COLOMBO, 2004).

Conforme destacado por Bevan *et al.* (2016), muitas vezes a usabilidade é ignorada se comparada com outros critérios de qualidade de software mais técnicos na hora de realizar uma avaliação. A norma ISO/IEC 25023 inclui medidas de usabilidade em produtos de sistema e software para complementar medidas de qualidade estabelecidas, como desempenho, confiabilidade, segurança e facilidade de manutenção que fazem referência com a ISO 9241.

Um estudo realizado por Pergentino *et al.* (2020) estabeleceu um paralelo entre as 10 heurísticas de Nielsen e os atributos definidos pela ISO/IEC 25023, o que demonstra que a Avaliação Heurística consegue abranger os critérios qualidade de software propostos por normas profissionais. Essa correlação é demonstrada no Quadro 4.

Quadro 4 – Correlação entre a ISO/IEC 25023 e as heurísticas de Nielsen.

Atributos da ISO/IEC 25023		Heurísticas
Adequação e reconhecimento	Completude da descrição	10
	Cobertura da demonstração	10
	Autoexplicação do ponto de entrada	6
Aprendizagem	Completude do guia do usuário	10
	Valores padrão dos campos de entrada	4 e 7
	Mensagens de erros compreensíveis	2 e 9
	Interface do usuário autoexplicativa	2 e 6
Facilidade de operação	Consistência operacional	4
	Clareza da mensagem	8
	Customização funcional	7
	Customização da interface do usuário	2
	Capacidade de monitoramento	1
	Capacidade de desfazer	9
	Categorização compreensível de informações	4 e 6
	Consistência na aparência	4
	Suporte a dispositivos de entrada	3 e 5
Proteção contra erros do usuário	Prevenção de erros de operação do usuário	5
	A correção de erros de entrada do usuário	9
	Recuperabilidade de erro do usuário	9
Estética da interface do usuário	Aparência estética das interfaces de usuário	8
Acessibilidade	Acessibilidade para usuários com deficiência	2
	Adequação de idiomas suportados	2

Fonte: Adaptado de Pergentino *et al.* (2020).

2.4 Prototipação

Segundo Rogers, Sharp e Preece (2013), um protótipo é uma representação inicial de um produto, que pode variar desde um simples desenho em papel (baixa fidelidade) até modelos complexos de software ou maquetes tridimensionais (alta fidelidade). Essas representações permitem que as partes interessadas interajam com o produto imaginado e experimentem como ele seria usado na prática, além de explorar seus usos potenciais.

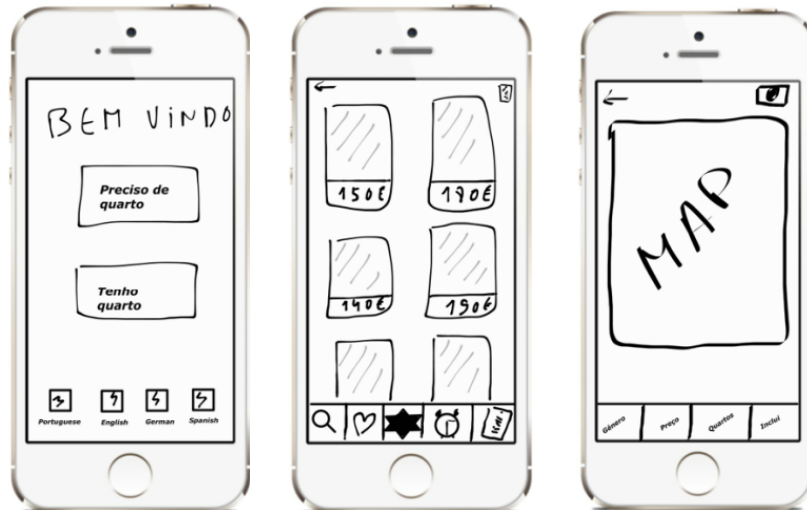
Um protótipo é um modelo funcional usado para testar ideias de *design* em interfaces web e de softwares. Eles ajudam a avaliar conteúdo, estética e interação (WALKER; TAKAYAMA; LANDAY, 2002). O grau de semelhança deste protótipo com a versão final pode variar, desde que possibilite a validação do objetivo desejado (MANZO *et al.*, 2022).

De acordo com Buskirk e Moroney (2003), esse grau de semelhança pode ser classificado em dois grupos majoritários: baixa e alta fidelidade.

Um protótipo de baixa fidelidade difere significativamente do produto final. Eles são úteis devido à sua simplicidade, economia e rápida produção. No entanto, geralmente não capturam todas as características visuais do sistema final ao vivo e a formatação e priorização dos elementos podem ou não ser preservadas. Além disso, esses protótipos geralmente incluem apenas um resumo do conteúdo final do produto. Uma vantagem adicional é a facilidade de

fazer alterações durante os testes. Normalmente esse tipo de prototipação é realizado em papel (PERNICE, 2016; ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). Um exemplo de protótipo de baixa fidelidade é apresentado na figura 14.

Figura 14 – Protótipos de baixa fidelidade



Fonte: Pereira (2014).

Em protótipos de alta fidelidade estão incluídos *links*, menus funcionais e responsivos e uma hierarquia visual realista contendo todo o conteúdo que irá aparecer no produto final. Em geral, esses protótipos oferecem respostas realistas e rápidas do sistema durante o teste, permitindo testar fluxos de trabalho e componentes de interface específicos. Eles se assemelham a softwares reais, permitindo uma observação mais concentrada do teste e reduzindo o potencial de erros humanos (PERNICE, 2016). Esse tipo de prototipagem pode ser exemplificada pela Figura 15. Algumas ferramentas que realizam prototipagem de alta fidelidade inclusive geram códigos, podem ser citados o Figma e o Adobe XD, o que otimiza o trabalho do programador.

Figura 15 – Protótipos de alta fidelidade



Fonte: Pereira (2014).

Existe também um meio termo entre essa classificação de protótipos, os protótipos de média fidelidade. Protótipos de média-fidelidade são implementações computadorizadas de telas com funcionalidade limitada, focando apenas em funções essenciais para avaliar cenários específicos. Eles combinam elementos de prototipagem de baixa fidelidade, como a facilidade de construir e editar esses modelos, com suporte computacional para simular o comportamento, semelhante aos protótipos de alta-fidelidade. Essa abordagem visa aproveitar as vantagens dos protótipos de baixa e alta-fidelidade, enquanto evita suas desvantagens (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

2.5 Trabalhos relacionados

Em um estudo realizado por Costa (2014) foi analisado a usabilidade do Saiac Online, uma plataforma web destinada ao atendimento de estudantes do Sistema Acadêmico da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). O estudo foi compreendido em duas etapas: inicialmente, foi elaborado e aplicado um questionário para medir a satisfação dos usuários e seus respectivos perfis de uso, a pesquisa foi respondida por 163 acadêmicos, e posteriormente, foi realizada uma Avaliação Heurística nas funcionalidades do sistema juntamente com outros colegas de curso, que foram divididos em oito grupos de 3 a 5 alunos. A partir dos resultados coletados dessas análises, foram delineadas propostas de aprimoramento da interface por meio de prototipagem, seguindo os princípios de usabilidade estudados.

Simplício (2014) estudou em seu trabalho a usabilidade em *websites* sobre informações esportivas de voleibol, sendo eles, Globo Esporte, Confederação Brasileira de Voleibol, Saque Viagem e Melhor do Volêi. Sua análise teve foco na organização da informação, pois, a ausência da preocupação com a qualidade da interface, pode resultar em uma ineficiência ao tentar encontrar dados em uma interface. E para fazer essa análise, utilizou cada uma das dez heurísticas de Nielsen para apontar pontos fortes e pontos a melhorar nos respectivos *sites*.

Em seu trabalho, Zadinello (2015) apresentou uma proposta de um aplicativo de repositório centralizado de bibliotecas virtuais para *Android*, seguindo os conceitos de IHC. Utilizou o método de Avaliação Heurística para analisar algumas bibliotecas já existentes, Arquivo Público do Estado de São Paulo, Bibliomania e Domínio Público e guiar o desenvolvimento do protótipo de uma plataforma unificada. Com a integração dessas bibliotecas, o protótipo resolve o problema de usabilidade e elimina a necessidade de se familiarizar com múltiplas interfaces de bibliotecas virtuais.

Silva (2017) em seu trabalho propôs uma prototipação de interface para os ambientes colaborativos E-proinfo, Edmodo e Moodle, dado que a interação é essencial nesses ambientes virtuais de colaboração, requerendo uma interface amigável para aumentar a produtividade e eficiência do trabalho conjunto. Para alcançar tal objetivo, baseou-se em sugestões de avaliadores obtidas através de um questionário de Usabilidade que foi aplicado à alunos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), associando as respostas às heurísticas e critérios de Usabilidade de Nielsen estudados para efetuar esse protótipo no software Axure Rp.

Schneider (2017) utilizou diversos métodos para fazer uma avaliação do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle, que é utilizado por alunos de cursos à distância para acessar uma série de recursos essenciais de aprendizagem. As técnicas utilizadas foram: Avaliação Heurística, realizada por um avaliador; Observação, que foi empregada em um grupo de 5 voluntários, cujas atividades durante os testes foram registradas por meio do dispositivo de *eye tracking* (rastreamento ocular); Sondagem, conduzida por meio de um questionário que foi respondido pelos estudantes matriculados no curso de Informática para Internet; e o método Experimental, onde foram analisados os dados resultantes do método de observação e também, através de um questionário de avaliação de usabilidade. Após essa avaliação da plataforma Moodle, conduziu Avaliações Heurísticas em outras três plataformas de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), a TelEduc, EUREKA e e-ProInfo, com o objetivo de identificar falhas e pontos fortes que serviram como base para a criação de um protótipo utilizando o software Illustrator CC destinado a possíveis aprimoramentos.

Na pesquisa de Scherer (2018) realizou a Avaliação Heurística desenvolvida por Nielsen e Molich (1990) e testes de usabilidade para analisar e identificar questões de usabilidade em softwares de *design* de interiores, tais ferramentas são projetadas para auxiliar profissionais da área na criação de desenhos técnicos. Esse estudo buscou categorizar e avaliar os problemas de usabilidade que podem surgir durante o uso dessas aplicações. Para a realização da Avaliação Heurística, cinco (5) especialistas da área de estudo de IHC foram convidados e, para o teste de usabilidade foram selecionados trinta e dois (32) usuários com conhecimentos em programas de *design* de interiores para realizar uma atividade específica na ferramenta *Sweet Home 3D*, após isso, foi aplicado um questionário utilizando a técnica *System Usability Scale* (SUS) para verificar a satisfação dos usuários ao utilizar o software.

No trabalho de Morgado (2018), foi realizado a análise do nível de usabilidade do website da biblioteca Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) utilizando as heurísticas de Nielsen, juntamente com os conceitos de níveis de gravidade de problemas encontrados nessa avaliação, que buscam classificar o nível de criticidade desses problemas, indo desde um problema estético até o nível de tragédia de usabilidade, o que possibilitou verificar se a violação deve ser corrigida imediatamente ou não.

Uma atualização de interface do Portal do Aluno da UTFPR, sistema responsável pela comunicação entre o aluno e a instituição de ensino, utilizando os conceitos de *User Experience* (UX) foi proposta por Vergara (2022). Esse estudo contemplou as seguintes etapas: pesquisa qualitativa sobre a usabilidade da plataforma com usuários, validação dos dados coletados com as heurísticas de Nielsen e finalmente, a prototipação das interfaces como sugestão de atualização do sistema buscando aprimorar os pontos fracos observados, esse protótipo foi realizado no aplicativo Figma.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados os materiais utilizados na elaboração deste trabalho, bem como a plataforma que será avaliada. Em seguida, é descrita a metodologia utilizada para realizar as inspeções de usabilidade.

3.1 Materiais

Nesta seção são abordados os materiais necessários para a realização deste trabalho.

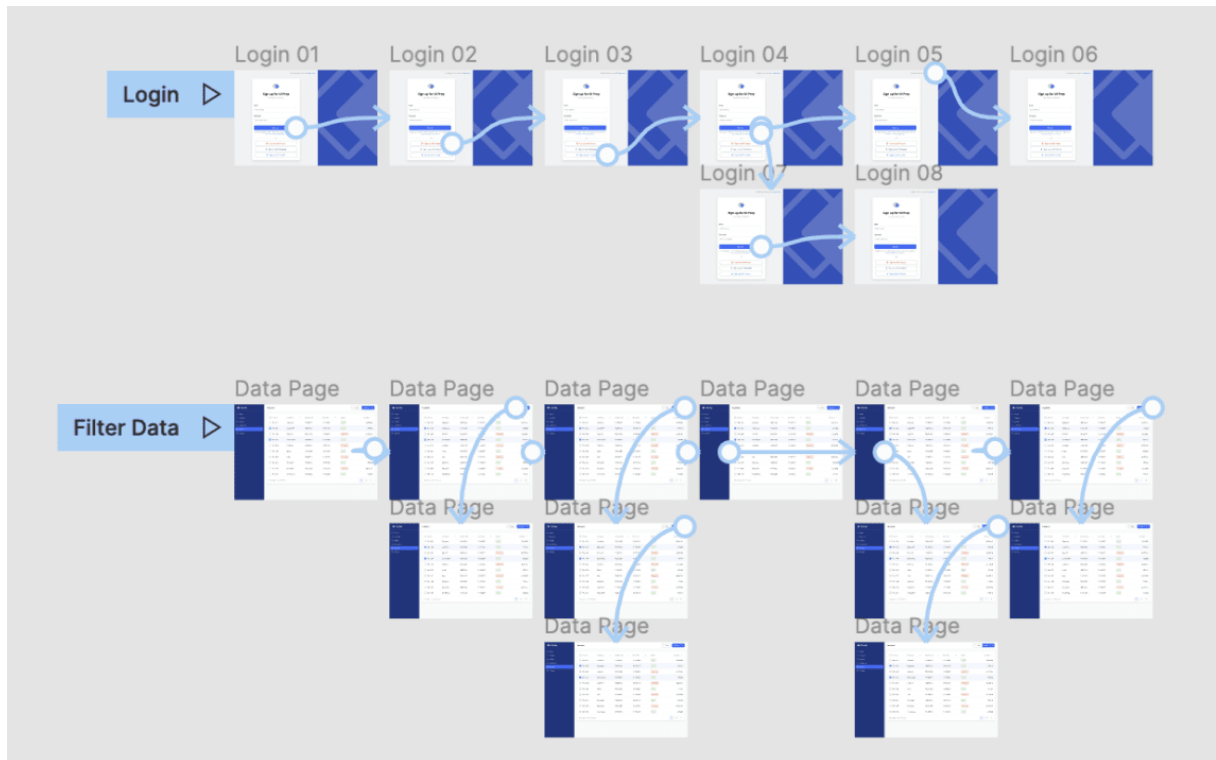
3.1.1 Figma

O Figma¹ é uma ferramenta colaborativa de *design* e prototipagem de interfaces. Por ser uma aplicação web, ela não requer instalação, ela pode ser acessada por qualquer dispositivo que tenha conexão com a Internet. Uma vez que os recursos necessários para criar os protótipos já estão disponíveis na versão gratuita, é esta que será utilizada.

Ele oferece recursos de desenho vetorial, colaboração em tempo real e prototipação, que inclui a prototipagem interativa que permite a criação de protótipos de alta fidelidade que simulam de uma maneira realista a interação do usuário com o produto final, isso inclui a simulação de cliques, toques, gestos, rolagem, preenchimento de formulários e outras ações interativas. Os usuários podem criar componentes reutilizáveis e bibliotecas de recursos compartilhados, garantindo consistência e facilitando o processo de *design*. A Figura 16 apresenta um exemplo da utilização da ferramenta para a realização de um protótipo de alta fidelidade com uma representação da transição entre as páginas de uma interface.

¹ <https://www.figma.com>

Figura 16 – Exemplo de protótipo implementado na ferramenta Figma



Fonte: Hellmuth (2023).

3.1.2 AgDataBox-Map

A AgDataBox² é uma plataforma web focada na agricultura de precisão que disponibiliza ferramentas computacionais gratuitas para agricultores, pesquisadores e prestadores de serviços. A plataforma tem como objetivo facilitar a integração de dados de várias origens como mapas temáticos, dados climáticos, dados de amostras de solo, imagens georreferenciadas, atividades de campo, custos, recursos humanos e equipamentos (BAZZI *et al.*, 2019).

O módulo do AgDataBox-Map³ é voltado para a criação de mapas temáticos e a delimitação de zonas de manejo na agricultura de precisão. Suas funcionalidades abrangem:

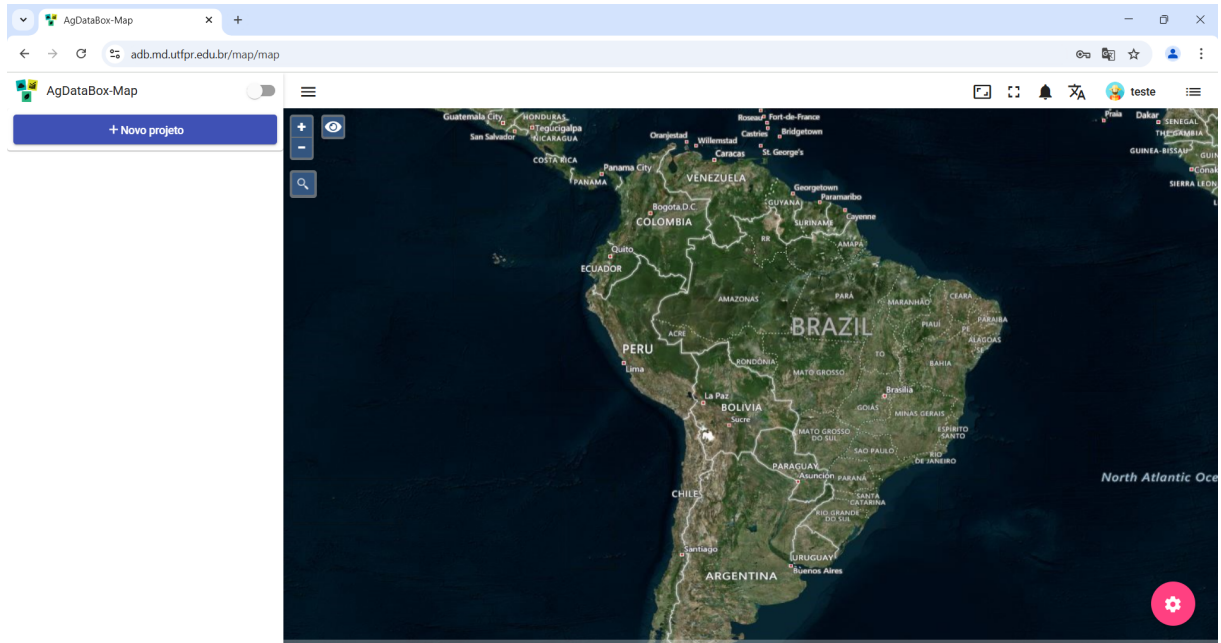
- Importação de dados;
- Importação de amostras;
- Análises estatísticas;
- Geração de mapas temáticos;
- Geração de zonas de manejo;

² <https://adb.md.utfpr.edu.br>

³ <https://adb.md.utfpr.edu.br/map/map>

- Recomendação de fertilizante e corretivo para o solo.

Figura 17 – Página principal da plataforma AgDataBox - Map

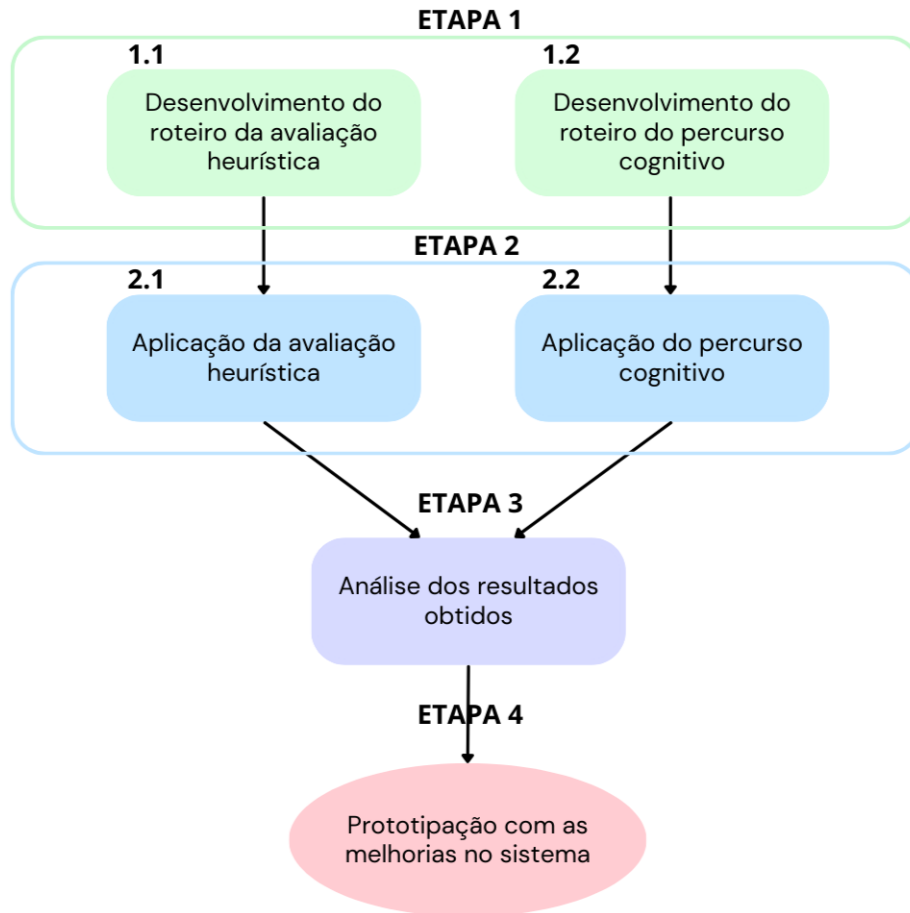


Fonte: Autoria própria (2025).

3.2 Métodos

Nesta seção serão abordadas as etapas e metodologias necessárias para a realização deste trabalho. Na Figura 19, é apresentado um fluxograma que ilustra de forma visual as principais etapas do processo e a ordem em que serão realizadas. As etapas 1.1 e 2.1 referem-se a Avaliação Heurística, enquanto as etapas 1.2 e 2.2 estão relacionadas ao método de Percuso Cognitivo. Esses etapas juntas formam a etapa 1 de desenvolvimento dos roteiros da avaliação e a etapa 2 que são as aplicações dessa avaliação.

Figura 18 – Fluxograma das etapas do trabalho.



Fonte: Autoria própria (2025).

3.2.1 Etapa 1.1 - Desenvolvimento do roteiro da Avaliação Heurística

Para etapa de Preparação serão selecionados os avaliadores que irão inspecionar toda a interface da plataforma AgDataBox-Map. Todos os avaliadores preencherão um formulário que será elaborado de acordo com a literatura e com o acervo criado no estudo do Sousa (2022). Este autor desenvolveu uma plataforma para facilitar a Avaliação Heurística, contendo uma série de *checklists* para que o avaliador possa analisar vários aspectos diferentes em cada heurística. As *checklists* disponíveis nessa plataforma serão adaptadas e selecionadas para realizar uma lista de perguntas sucinta para este trabalho, essa lista tem o objetivo de facilitar a avaliação heurística.

3.2.2 Etapa 1.2 - Desenvolvimento do roteiro do percurso cognitivo

Para a primeira etapa deverão ser identificados o perfil de cada usuário e as tarefas que farão parte da avaliação, bem como a descrição dos passos necessários para o usuário realizar

essa tarefa. Como a interface avaliada é um sistema pronto, ele que será utilizado para realizar a inspeção.

Durante o processo de avaliação, a interface será percorrida realizando as tarefas definidas seguindo o passo a passo proposto, a cada passo percorrido as perguntas apresentadas no Quadro 5 deverão ser respondidas juntamente com a justificativa de cada uma:

Quadro 5 – Perguntas do Percurso Cognitivo

P1	O usuário vai tentar atingir o efeito correto?
P2	O usuário vai notar que a ação correta está disponível?
P3	O usuário vai associar a ação correta com o efeito que está tentando atingir?
P4	Se a ação for executada corretamente, o usuário vai perceber que está progredindo na direção de concluir a tarefa?

Fonte: Autoria própria (2025).

Para esta avaliação, foram propostos dois perfis de usuários. O primeiro é um especialista agrícola que tem experiência em utilizar sistemas da área de agricultura de precisão e o segundo perfil de usuário será um agricultor que não possui muita experiência com sistemas computacionais e com agricultura de precisão.

Ambos usuários realizaram as seguintes tarefas: cadastrar-se no sistema, criar projetos, importar os dados que serão utilizados na plataforma, gerar mapas temáticos, gerar zonas de manejo, realizar análises estatísticas e receber recomendações de fertilizantes. Essas tarefas e perfis foram escolhidos juntamente com um desenvolvedor do sistema como as tarefas principais propostas pela plataforma e os perfis que mais utilizam a mesma. Utilizando a ferramenta *Gerador de Personas*⁴, foram desenvolvidas personas para cada perfil de usuário do sistema, a fim de simplificar o processo de avaliação.

⁴ <https://www.geradordepersonas.com.br>

Figura 19 – Personas criadas para avaliação Percurso Cognitivo.



MARIA
ENGENHEIRA AGRÔNOMA
ADULTO (26-40)

Mini-bio | Maria é uma engenheira agrônoma altamente qualificada, especializada em agricultura de precisão. Ela trabalha como consultor agrícola e é responsável por ajudar fazendeiros a otimizar suas operações, aumentar a produtividade e reduzir os custos.

Detalhes Pessoais

Localização Medianeira - PR Brasil	Renda Familiar De R\$6.500 a R\$10.000,00	Nível Educacional Ensino Superior Completo	Status de Relacionamento Casado(a)
---	--	---	--

Carreira

Empresa Negócio próprio	Tamanho da Empresa Pequena	Responsabilidades Profissionais Seu dia a dia envolve a implementação de estratégias de manejo de culturas, análise de dados geoespaciais e a otimização do uso de insumos
-----------------------------------	--------------------------------------	--

Objetivos Aumento da Produtividade, Precisão nas Tomadas de Decisão, Eficiência no Uso de Insumos, Adoção de Tecnologia, Satisfação do Cliente	Desafios
--	-----------------

Canais de Comunicação

✉️ 📧 🌐 📷



JOSÉ
AGRICULTOR
ADULTO (26-40)

Mini-bio | José é um agricultor que administra uma pequena propriedade familiar. Apesar de ter uma vasta experiência prática na agricultura tradicional, ele é relativamente novo no uso de sistemas computacionais e na agricultura de precisão. José está motivado a adotar tecnologias que possam simplificar suas tarefas cotidianas e melhorar a eficiência de suas operações. Ele procura uma plataforma intuitiva que o auxilie desde o cadastro até a geração de mapas e análises, sem exigir conhecimentos técnicos avançados. José está interessado em receber recomendações de fertilizantes personalizadas para otimizar o uso de recursos em sua pequena fazenda

Detalhes Pessoais

Localização Medianeira - PR	Renda Familiar De R\$1.501,00 a R\$3.500,00	Nível Educacional Ensino fundamental	Status de Relacionamento Casado(a)
---------------------------------------	--	--	--

Carreira

Empresa Fazenda própria	Tamanho da Empresa Pequena	Responsabilidades Profissionais Planejamento de Cultivos, Manejo do Solo, Plantio e Colheita, Gerenciamento de Água, Controle de Pragas e Doenças, Manejo Eficiente de Insumos Agrícolas e Administração Financeira da Propriedade
-----------------------------------	--------------------------------------	--

Objetivos Rendimento da Colheita, Custos de Produção e Rentabilidade e Eficiência no Uso de Insumos	Desafios Falta de Experiência com Tecnologia e Limitações Financeiras
---	---

Fonte: Autoria própria (2023).

3.2.3 Etapa 2.1 - Aplicação da Avaliação Heurística

Nesta etapa serão selecionados de 3 a 5 avaliadores e cada avaliador irá inspecionar minuciosamente as interfaces da plataforma, anotando as informações em um formulário eletrônico em que o modelo está disponível no Apêndice A. Esta etapa está relacionada a Coleta de Dados, Interpretação, Consolidação dos Resultados e Relato dos Resultados, que estão descritos na Figura 2.

3.2.4 Etapa 2.2 - Aplicação da Percurso Cognitivo

Nesta etapa, a inspeção da interface da plataforma irá acontecer seguindo os passos das tarefas propostas no roteiro que será realizado de acordo com a Etapa 1.2 para coletar os dados do Percurso Cognitivo relacionados à etapas de Coleta de Dados, Interpretação, Consolidação dos Resultados e Relato dos Resultados, que estão descritos na Figura 3. Essas tarefas serão realizadas pelo avaliador se colocando no lugar das personas criadas anteriormente, para conseguir avaliar quais seriam as dificuldades que esses perfis teriam de utilizar a plataforma.

3.2.5 Etapa 3 - Análise dos resultados obtidos

Nesta etapa os resultados das inspeções nas etapas 2.1 e 2.2 serão analisados de acordo com frequência e severidade por meio de gráficos, buscando realizar uma lista com as propostas para melhorar os possíveis problemas de usabilidade encontrados na plataforma.

3.2.6 Etapa 4 - Prototipação com as melhorias no sistema

Na última etapa deste trabalho, se houverem problemas de usabilidade serão realizados os protótipos com as melhorias possíveis de serem implementadas de acordo com o contexto do software. A prototipagem será de alta fidelidade e será realizada com ajuda da ferramenta *Figma*. Todas as melhorias possíveis serão consideradas para deixar o software com uma boa usabilidade para todos os perfis de pessoas que possam utilizá-lo.

4 RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados da elaboração dos roteiros e do desenvolvimento das avaliações, assim como seus respectivos resultados. Além disso, são discutidas as propostas de melhorias para as *interfaces*.

4.1 Desenvolvimento do roteiro da avaliação heurística

A primeira etapa da avaliação heurística foi a criação do formulário para realização da inspeção de usabilidade. Neste formulário estão presentes as seguintes colunas: "Heurísticas", onde são descritas cada uma das 10 heurísticas de Nielsen e "Questões", que são as perguntas que estão relacionadas com cada heurística da coluna anterior. Nas colunas "Sim", "Não" e "NA" são usadas pelo avaliador para marcar a resposta a cada questão. "Sim" indica que a plataforma atende a heurística, "Não" indica que não atende, e "NA" (não se aplica) indica que o avaliador acredita que a questão não se aplica a plataforma avaliada. Na coluna "Justificativa" o avaliador fornece uma descrição justificando por que e onde o problema foi encontrado. Isso ajuda a documentar os problemas encontrados e suas razões. E, por último, ele atribuirá um grau de criticidade a cada problema com base nas diretrizes estabelecidas no Quadro 1 que auxiliará na questão da prioridade para a elaboração da proposta de uma nova *interface* com as melhorias por meio da prototipagem. Mais detalhes sobre este formulário podem ser observados no Apêndice A.

4.2 Desenvolvimento do roteiro do percurso cognitivo

Para a realização do percurso cognitivo de cada tarefa escolhida para ser avaliada, foi elaborada uma sequência de passos a ser seguida pelo(a) avaliador(a). Em sequência no Quadro 6 são descritos os passos de cada uma dessas tarefas.

4.3 Aplicação da avaliação heurística

Para realizar a avaliação heurística foram selecionados três especialistas relacionados as áreas de Computação, Interação Humano-Computador e Agronomia, essa quantidade de avaliadores foi usada por recomendação de Nielsen e Molich (1990) que cita o fato de três a cinco avaliadores serem o suficiente para conseguir achar a maior quantidade de problemas possível, pois acima disso, os avaliadores extras tendem a achar apenas problemas repetidos e causar um custo desnecessário.

No Quadro 7 estão apresentados os perfis dos especialistas que realizaram a avaliação heurísticas.

Quadro 6 – Passos para realizar tarefas na plataforma.

Tarefa	Passos
Cadastrar-se no sistema	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em “I want to create an account” 2. Preencher os campos 3. Clicar em “Register” para concluir o cadastro
Criar um projeto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em “Novo projeto” 2. Preencher os campos 3. Clicar em “Salvar”
Importar os dados que serão utilizados na plataforma	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acessar o projeto 2. Clicar em “Nova layer” 3. Acessar a opção Grade de amostragem 4. Escolher a opção “Import from file” 5. Preencher os campos 6. Clicar em “Criar as layers (importar as variáveis selecionadas)”
Gerar zonas de manejo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em “Nova layer” 2. Acessar a opção “Zona de Manejo” 3. Preencher os campos 4. Clicar em “Próximo” 5. Preencher os campos 6. Clicar em executar
Gerar uma matriz de correlação espacial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em “Espacial” 2. Selecionar a opção “Matriz de correlação espacial” 3. Selecionar as variáveis de interesse 4. Escolher a quantidade de permutações 5. Clicar em “Executar”
Seleção de variáveis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em “Seleção de Variáveis” 2. Escolher o método 3. Preencher os campos 4. Clicar em “Próximo” 5. Escolher o critério de seleção 6. Selecionar as layers 7. Clicar em “Salvar como layer”
Receber recomendações de fertilizantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar em “Nova layer” 2. Acessar a opção “recomendação de nutriente/ calcário” 3. Selecionar a opção desejada de fertilizante/ calcário 4. Preencher os campos 5. Clicar em “Executar” 6. Clicar em “Nova layer” 7. Selecionar a opção “interpolação de dados” 8. Acessar a opção desejada 9. Preencher os campos 10. Clicar em “Próximo” 11. Preencher os campos 12. Clicar em “Interpolar”

Fonte: Autoria própria (2025).

Quadro 7 – Perfil dos Avaliadores

	Formação Acadêmica	Experiência com IHC	Experiência com TI	Experiência com aplicações de agricultura de precisão
Avaliador 1	Superior em andamento em Ciência da Computação	Familiarizado com a área por estudar	Familiarizado com a área por estudar	Não conhece
Avaliador 2	Mestrado em Ciência da Computação / Doutorado em Eng. Elétrica	Professor na área	Professor na área	Não conhece
Avaliador 3	Pós graduação em Ciências Computacionais para o Agronegócio	Não conhece	Familiarizado com a área por estudar	Familiarizado com a área por estudar

Fonte: Autoria própria (2025).

Dado os especialistas, cada um deles percorreu individualmente a interface da aplicação anotando os problemas encontrados e estipulando uma severidade para cada um, bem como a justificativa do problema, preenchendo o formulário como orientado anteriormente.

4.4 Aplicação do Percurso Cognitivo

Para o percurso cognitivo, a inspeção foi realizada por dois avaliadores, identificados como Avaliador 1 e Avaliador 2 conforme apresentado anteriormente no Quadro 7. Esses avaliadores foram selecionados devido ao seu maior conhecimento na área de Interação Humano-Computador e em avaliações de usabilidade.

4.5 Análise e discussão dos resultados obtidos

Nesta seção são apresentados os resultados coletadas de ambas avaliações bem como suas respectivas discussões mostrando e exemplificando os problemas encontrados nas interfaces do sistema.

4.5.1 Resultados da Avaliação Heurística

Os resultados da avaliação heurística realizada no sistema são apresentados no Quadro 8, que resume as principais violações identificadas em relação aos princípios de usabilidade juntamente com os avaliadores que detectaram essas inconsistências. O quadro indica a presença (S) ou ausência (N) de problemas associados a cada heurística, conforme identificado por cada avaliador.

Para facilitar a compreensão e apresentação dos resultados, as heurísticas foram numeradas da seguinte forma: **1. Visibilidade do status do sistema, 2. Correspondência entre o sistema e o mundo real, 3. Controle e liberdade do usuário, 4. Consistência e padrões, 5. Prevenção de erros, 6. Reconhecimento em vez de lembrança, 7. Flexibilidade e eficiência de uso, 8. Design estético e minimalista, 9. Ajuda para reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros e 10. Ajuda e documentação.** Essa abordagem visa oferecer uma visão clara e estruturada das violações, facilitando a análise e o planejamento de melhorias

Quadro 8 – Resultados da Avaliação Heurística.

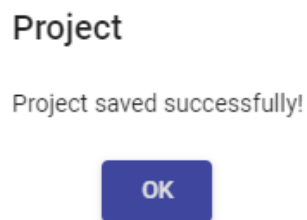
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Avaliador 1	N	S	S	S	S	S	S	N	N	S
Avaliador 2	S	S	S	N	N	S	S	N	S	S
Avaliador 3	N	N	S	N	S	N	S	N	S	S

Fonte: Autoria própria (2025).

Referente à heurística **Visibilidade do status do sistema (1)**, foram encontradas as seguintes violações pelos avaliadores:

- Avaliador 2: "Embora haja a confirmação de um projeto novo incluído. Estou com a plataforma no idioma português. Porém, a mensagem de confirmação está em inglês." Como descrito pelo avaliador, essa violação pode ser observada na criação de um novo projeto, como demonstrado na Figura 20. Essa mesma questão referente ao idioma será novamente abordada durante as avaliações. O avaliador atribuiu um grau de criticidade de 2, sendo um problema menor de usabilidade.

Figura 20 – Violação na heurística Visibilidade do status do sistema

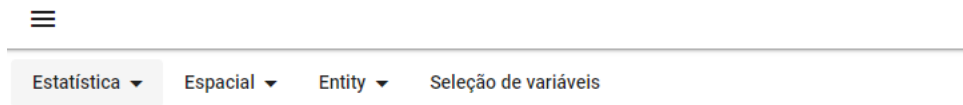


Fonte: Autoria própria (2025).

- Avaliador 2: "Na seleção dos menus, o cinza que destaca o item selecionado poderia ser um pouco mais forte."

Essa violação pode ser observada na Figura 21. O avaliador julgou que essa problema encontrado tem um grau de criticidade 1, sendo apenas um problema puramente cos-mético

Figura 21 – Violação na heurística Visibilidade do status do sistema.



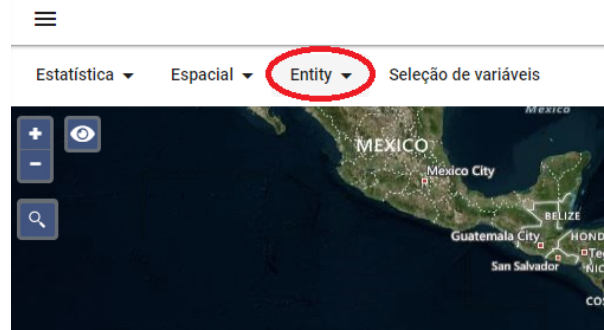
Fonte: Autoria própria (2025).

Referente à heurística **Correspondência entre o sistema e o mundo real (2)**, foram encontradas as seguintes violações pelos avaliadores:

- Avaliador 1: "Existem alguns termos técnicos que poderiam ser mais explicativos para usuários que não são especialistas"
- Avaliador 2: "Algumas opções de Menu (por exemplo lado direito depois de ter criado um projeto aparece a opção *Entity*, sendo que as outras opções estão em termos em português."

Essa violação acontece em várias partes do sistema, onde são encontrados termos muito técnicos ou em inglês, que poderiam ser traduzidos, simplificados ou ter uma breve explicação, alguns exemplos podem ser observados na Figura 22, onde mostra a questão apontada pelo Avaliador 2.

Figura 22 – Violação na heurística Correspondência entre o sistema e o mundo real



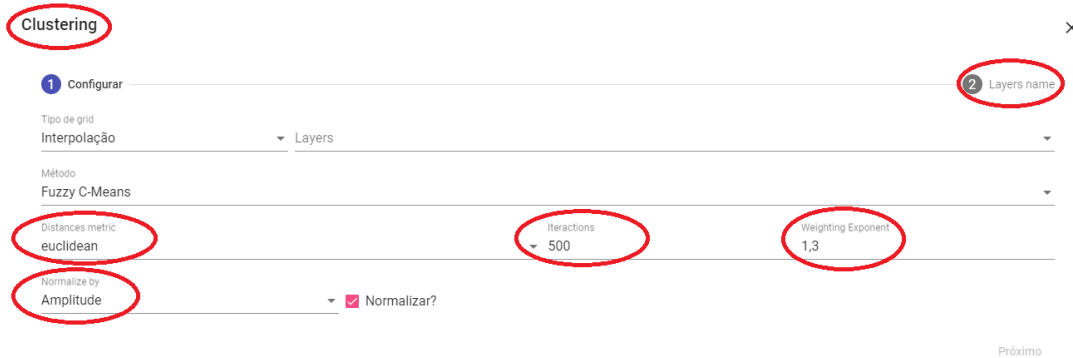
Fonte: Autoria própria (2025).

A outra violação identificada pelo Avaliador 1 ocorre principalmente nos formulários, onde frequentemente há uma mistura de idiomas, como português e inglês. Além disso, são utilizados termos técnicos que podem não ser claros ou acessíveis para usuários menos experientes. Alguns exemplos disso são demonstrados a seguir.

A Figura 23 destaca onde existe esses problemas no formulário da funcionalidade de criar zonas de manejo, onde existem vários termos técnicos e em inglês, além do título da janela não ser compatível com a opção escolhida no menu para acessar essa tela.

Em várias outras funcionalidades e interfaces do site acontece essa mesma situação, seria interessante padronizar e informatizar melhor essas informações e campos de dados para facilitar a usabilidade do usuário.

Figura 23 – Violação na heurística Correspondência entre o sistema e o mundo real



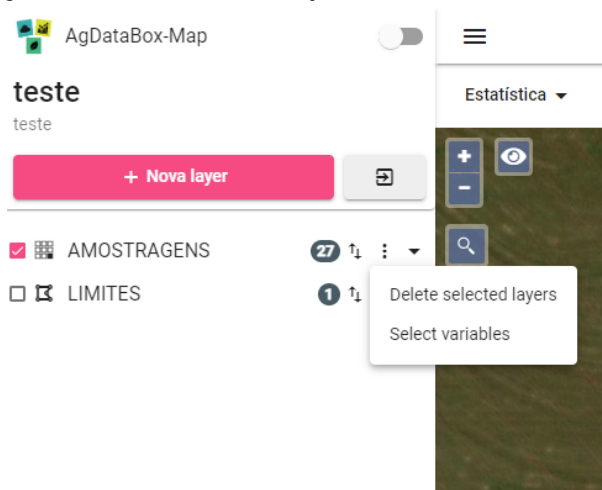
Fonte: Autoria própria (2025).

Os dois avaliadores julgaram que esse problema tem um grau 2 de criticidade.

- Avaliador 1: "Em alguns lugares poderiam ter mais ícones, por exemplo, para deletar uma *layer*, projeto ou atributo."

Essa violação foi observada pelo avaliador no menu lateral e foi considerada apenas um problema estética e com grau de criticidade 1. A Figura 24 apresenta esse problema encontrado da falta de ícone mais representativo para a ação de deletar um *layer*, por exemplo, onde atualmente o usuário precisa selecionar a *layer* e depois clicar nos três pontinhos para só então encontrar a opção de deletar.

Figura 24 – Violação na heurística Correspondência entre o sistema e o mundo real



Fonte: Autoria própria (2025).

Na tela de projetos e nos atributos de cada *layer* existe a mesma situação demonstrado na figura anterior.

- Avaliador 1: "Apesar de ter a opção de mudar a linguagem, o site permanece em sua maioria em inglês"

- Avaliador 2: "Me parece que o idioma é setado a partir da configuração do navegador. Não identifiquei se há possibilidade de troca de idioma. Se existe não está claro onde." Tanto o Avaliador 1 quanto o 2 encontraram problemas ao tentar modificar o idioma da plataforma, apesar de existir um botão destinado à isso, ele não funciona, restando apenas usar a tradução no próprio navegador, que nem todos têm disponível. Para essa violação ambos Avaliadores atribuíram um grau de 3 de criticidade, ou seja, ambos acreditam que esse é uma problema significativo de usabilidade e que a correção de ter alta prioridade.

- Avaliador 2: "Em relação a linguagem parece um simbolo em chinês ou similar, não dá ideia de idioma e somente está disponível inglês e português, talvez uma bandeira seria mais interessante."

Essa violação ainda está relacionada ao idioma, mas agora mais especificamente no botão que tem a função de mudá-lo, foi avaliada com um grau de criticidade igual 2 e é demonstrada na Figura 25.

Figura 25 – Violação na heurística Correspondência entre o sistema e o mundo real



Fonte: Autoria própria (2025).

Referente à heurística **Controle e liberdade do usuário (3)**, foram encontradas as seguintes violações pelos avaliadores:

- Avaliador 1: "Em nenhuma operação do sistema é possível cancelar as operações em andamento."
- Avaliador 2: "O único que consegui cancelar as operações em andamento foi utilizando o voltar da página do navegador em algumas situações."

Foi observado por dois avaliadores que nenhuma operação em andamento na plataforma pode ser cancelada durante a execução, um exemplo que foi encontrado foi na funcionalidade de Interpolação de dados como demonstrado na Figura 26. Para essa violação foi considerado um nível 3 de criticidade.

Essa violação acontece da mesma forma em outras funcionalidades da plataforma, na Seleção de variáveis e Limpeza de dados.

Figura 26 – Violação na heurística Controle e liberdade do usuário



Fonte: Autoria própria (2025).

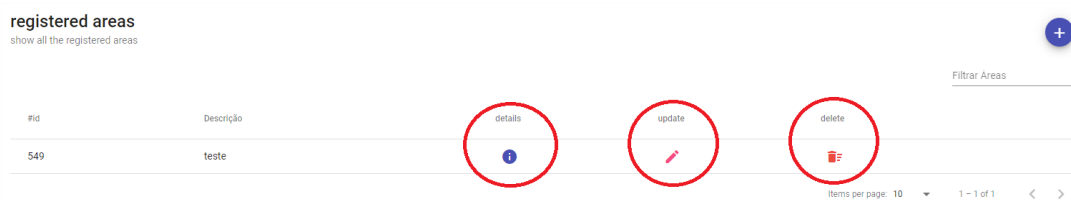
- Avaliador 3: "O *software web* não possui a função de desfazer e refazer realizadas pelo usuário"

Assim como o usuário não pode cancelar operações, ele também não pode refazer alguma ação, como por exemplo, desfazer uma exclusão de layer, de projeto, ou até mesmo, após mudar o estilo de visualização das amostras e outras funções no mapa. Para essa violação foi atribuído um grau 2 de criticidade.

Referente à heurística **Consistência e padrões (4)**, foram encontradas as seguintes violações pelos avaliadores:

- Avaliador 1: "As cores e ícones não seguem um padrão em toda a interface." Um exemplo disso é apresentado na funcionalidade de áreas registradas na Figura 27, em que existem ícones para deletar e editar sendo que esses ícones não são usados em mais nenhuma parte que fazem essas mesmas funções na plataforma. O Avaliador atribuiu para essa violação um grau de criticidade de 1.

Figura 27 – Violação na heurística Consistência e padrões



Fonte: Autoria própria (2025).

- Avaliador 1: "Em alguns lugares o texto está em português enquanto em outros está em inglês"

Como discutido anteriormente a inconsistência do idioma foi algo bastante notado pelos avaliadores.

Referente à heurística **Prevenção de erros (5)**, foram encontradas as seguintes violações pelos avaliadores:

- Avaliador 1: "As entrada de dados não são indicados e restritas a um número de caracteres definidos"
- Avaliador 3: "As entradas de dados não são indicados e restritas a um número de caracteres definidos"

Essa violação foi observada por 2 avaliadores é ela está relacionado à alguns formulários onde não possuem uma indicação e restrição dos caracteres, isso pode ser observado na funcionalidade de recomendação de nutriente apresentado na Figura 28 no campo de "Expectativa de produtividade" em que o usuário pode colocar valores que não numéricos, isso acontece em outros formulários com campos com dados que devem ser exclusivamente numéricos. Esse problema foi classificado como um grau 3 por ambos avaliadores

Figura 28 – Violação na heurística Prevenção de erros

Recomendação de nutriente (Potássio)

Método

Disponibilidade de nutriente no solo

Expectativa de produtividade

Layer

K

Cultura

Expectativa de produtividade (t/ha)

++e

Obrigatório

Fonte

Sulfato de potássio

Nome para a layer: Sulfato de potássio

K_nutri=potassium_sp_expectation_

Calculate recommended amount

Executar

Fonte: Autoria própria (2025).

Outro exemplo dessa violação acontece no formulário de editar os dados do usuário, apresentado na Figura 29 em que nos campos de telefone e data de nascimento é possível adicionar um valor que não corresponde ao tipo de dado que normalmente é esperado para eles.

Na Figura 30 é demonstrado outro cenário que em formulários que precisam de uma *layer* de limites, por exemplo, quando o usuário ainda não adicionou nenhuma ao projeto ele não consegue selecionar nada, isso pode causar uma frustração fazendo o usuário pensar que talvez a opção só não esteja funcionando por não aparecer nada.

Figura 29 – Violação na heurística Prevenção de erros

Edit Profile
User account

Nome: Ana c | Email: akotz@alunos.utf.edu.br

Country: Brasil | Country phone code: +55 - Brasil | International Direct Dial: [dropdown]

Phone: 24343434343333333333333333333312232323231212313,-000e | Birth: 31/01/222222

Creation date: 2024-08-28T16:38:11-0300 | Expiration date: 2025-08-28T16:38:11-0300

[Delete Account] [Edit]

Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 30 – Violação na heurística Prevenção de erros

Vizinho mais próximo

1 Seleção e configuração de grades | 2 Parâmetros da análise

Tipo de interpolação: Interpoler para pixels regulares dentro dos limites da área

Dados de entrada: Tipo de grid: Seleção os grids que serão interpolados | Amostragem: Altitude

Formato de destino: Limites: Obrigatório

Largura do pixel (m): Obrigatório | Altura do pixel (m): Obrigatório

Próximo

Fonte: Autoria própria (2025).

- Avaliador 1: "Algumas entradas de dados são *case sensitive*"

Essa violação foi encontrada nos formulários de cadastro e *login* de usuário, onde o campo de *e-mail* tem distinção entre letras maiúsculas e minúsculas e isso pode ser um grande problema, pois o mesmo e-mail pode ser usado mais de uma vez o cadastro e pode causar frustração no usuário ao tentar realizar o login. Para essa violação foi atribuído um grau 4 de criticidade.

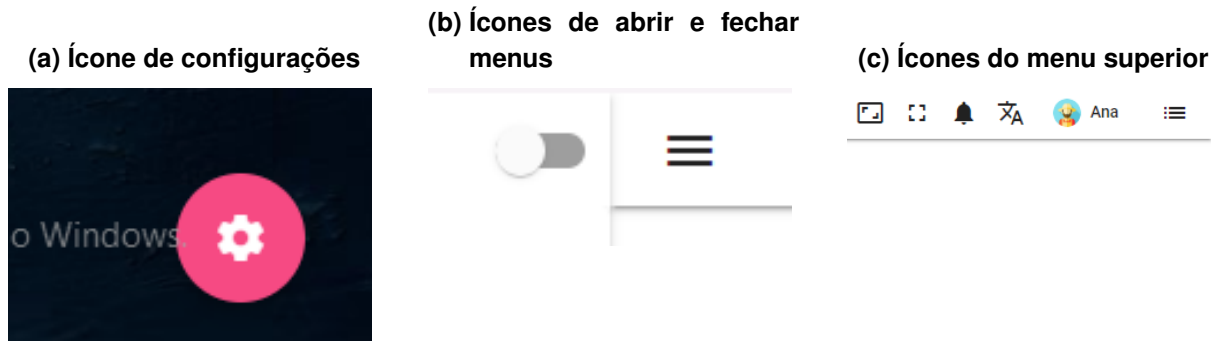
Referente à heurística **Reconhecimento em vez de lembrança (6)**, foram encontradas as seguintes violações pelos avaliadores:

- Avaliador 1: "Alguns ícones como configuração, abrir e fechar determinadas partes do interface não têm rótulos"
- Avaliador 2: "Nem todos os ícones estão rotulados, é importante padronizar"

Como observado por dois dos avaliadores, em alguns ícones não existem rótulos como exemplificado pelas Figura 31a, Figura 31b e Figura 31c que mostram os ícones sem

rótulos encontrados pelo site. O nível de criticidade foi classificado como 2 para o Avaliador 1 e 3 para o Avaliador 2.

Figura 31 – Violação na heurística Reconhecimento em vez de lembrança

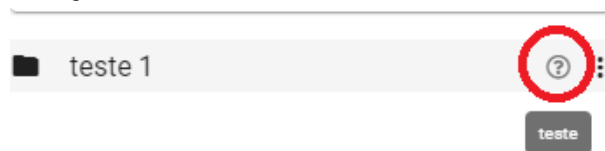


Fonte: Autoria própria (2025).

- Avaliador 1: "Na maior parte do site os ícones e botões são facilmente reconhecíveis, mas na parte da descrição do projeto tem um símbolo de interrogação, acredito que existam símbolos mais representativos"

Essa violação foi encontrada no menu lateral como demonstrado na Figura 32. E foi classificado como criticidade igual a 1.

Figura 32 – Violação na heurística Reconhecimento em vez de lembrança



Fonte: Autoria própria (2025).

- Avaliador 2: "Referente as cores claras, brilhantes e saturadas serem usadas para enfatizar os dados e as cores mais escuras, opacas e sem saturação foram usadas para diminuir o destaque dos dados, as cores utilizadas são bastantes fracas"

Referente à heurística **Flexibilidade e eficiência de uso (7)**, foram encontradas as seguintes violações pelos avaliadores:

- Avaliador 1: "Não existem atalhos e nem podem ser criados além dos padrões de copiar e colar"
- Avaliador 2: "Não se faz uso de teclas de atalho nos menus ou em outras funções"

- Avaliador 3: "Tem a opção copiar para área de transferência, os demais dados tem que ser inseridos e carregados"

Como apontado pelos três avaliadores, não existem atalhos no sistema e nem a possibilidade de criar eles. Essa violação foi considerada de com nível 2 de criticidade pelos Avaliadores 1 e 2 e grau 3 pelo Avaliador 3.

Referente à heurística **Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros (9)**, foram encontradas as seguintes violações pelos avaliadores:

- Avaliador 1: "Os problemas não são descritos com clareza e não são apresentadas soluções para eles"
- Avaliador 3: "Os problemas não são descritos com clareza e não são apresentadas soluções para eles"

Alguns erros em operações realizadas no site podem não ser muito informativos também, como acontece em formulários em que os campos de "Limites" ou "Áreas" são necessários, esse problema é abordado melhor no Percurso Cognitivo onde é exemplificado exatamente onde isso acontece. Esse problema foi considerado como um grau 3 de criticidade pelos avaliadores.

Figura 33 – Violação na heurística Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros

FT Clustering: General Error

Failed to perform automatic management zone delineation.

OK

Fonte: Autoria própria (2025).

Referente à heurística **Ajuda e documentação (10)**, foram encontradas as seguintes violações pelos avaliadores:

- Avaliador 1: "Existe a documentação e um canal de Youtube com tutoriais, porém não possuem um fácil acesso"
- Avaliador 2: "No sistema não tem ajuda. Há um canal no youtube, mas não há referências no sistema para isso."
- Avaliador 3: "Precisa disponibilizar mais facilmente o manual do usuário "

Como citado pelos 3 avaliadores, apesar de o sistema ter um manual e até mesmo um canal de Youtube com alguns tutoriais de funcionalidades, essas informações não

são facilmente encontradas no site, não estando disponível em nenhuma parte dele, apenas se você procurar fora da plataforma. Essa violação foi considerada como um grau de criticidade de 4 pelos avaliadores 1 e 3, já o Avaliador 2 classificou como nível de criticidade 3.

- Avaliador 1: "Não acho que o site pode ser usado sem a documentação"
- Avaliador 2: "Talvez o sistema pode ser usado sem a documentação por algum usuário bem experiente sim, mas para usuários iniciantes ficará mais difícil."

Esse problema foi brevemente citado anteriormente em outra heurística relacionando principalmente com termos técnicos que são usados na plataforma. O Percurso Cognitivo que foi realizado nesse trabalho também buscou abordar essa questão da usabilidade do sistema tanto para usuários mais experientes quanto para usuários menos experientes. O Avaliador 1 atribuiu um grau de criticidade de 2 para o problema e o Avaliador 2 considerou um grau de 3 de criticidade.

- Avaliador 2: Quando as opções de menu não são autoexplicativas, o sistema não fornece informações adicionais e esclarecedoras quando o usuário seleciona um item"³
 - Avaliador 3: "Quando as opções de menu não são autoexplicativas, o sistema não fornece informações adicionais e esclarecedoras quando o usuário seleciona um item"
- Como já citado na violação anterior e em outras heurísticas, existem ícones sem rótulos, termos técnicos que não são explicativos e campos obrigatórios que dependem de ações anteriores que não são bem sinalizados o que pode dificultar a usabilidade do usuário. Esse problema foi classificado como um nível 3 de criticidade pelos dois avaliadores.
- Avaliador 3: "As informações na ajuda e na documentação não são fáceis de pesquisar, não são focadas na tarefa do usuário, não listam etapas concretas a serem realizadas e não são muito grandes"

O Avaliador 3 considerou que a documentação existente poderia ser aperfeiçoada e a correção deve ter alta prioridade, ou seja, que esse problema tem um grau de criticidade igual a 3.

4.5.2 Resultados do Percurso Cognitivo

Esta seção do trabalho apresenta os resultados do Percurso Cognitivo realizado a partir de duas personas: o agricultor, analisado pelo Avaliador 1, e o especialista, analisado pelo Avaliador 2. Os resultados estão organizados em quadros, sendo que cada quadro representa uma tarefa específica realizada durante o percurso. Abaixo de cada quadro, são detalhados os

problemas identificados, conforme as perspectivas de cada avaliador em relação às perguntas do Quadro 5 e a persona analisada.

Foram incluídos apenas os quadros correspondentes às tarefas nas quais foram identificados problemas, uma vez que esses casos são essenciais para a análise proposta. Tarefas sem problemas foram registradas, mas optou-se por não incluí-las para manter o foco nas violações encontradas.

Os quadros são organizados com uma legenda de cores para facilitar a interpretação: áreas em verde indicam perguntas de cada passo em que não foram encontrados problemas; áreas em laranja sinalizam perguntas que, embora não apresentem necessariamente uma violação, receberam observações específicas do avaliador; e áreas em vermelho destacam perguntas que tiveram respostas negativas, indicando violações claras.

Os resultados apresentados a seguir referem-se ao percurso cognitivo analisado pelo Avaliador 1, que utilizou como base a *persona* do agricultor.

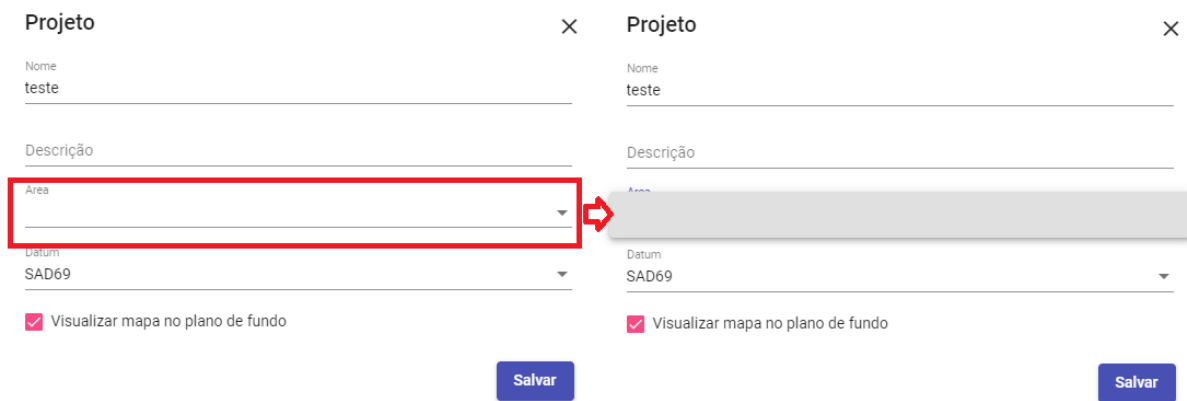
Quadro 9 – Tarefa 2 do Percurso Cognitivo da *persona* agricultor

TAREFA	Passos	P1	P2	P3	P4
Criar um projeto	1	Verde	Verde	Verde	Verde
	2	Laranja	Verde	Vermelho	Verde
	3	Verde	Verde	Verde	Verde

Fonte: Autoria própria (2025).

Na tarefa "Criar um projeto", foi identificado um problema no Passo 2, relacionado ao preenchimento dos campos do formulário para a criação de um novo projeto. Especificamente, no campo "Área", o avaliador apontou que ele pode gerar confusão, pois, na ausência de opções disponíveis para seleção, é exibida apenas uma caixa de seleção vazia, o que pode levar o usuário a interpretar que há um erro no sistema ou a questionar se há algo errado com sua interação. A Figura 34 ilustra esse problema encontrado.

Figura 34 – Violação na Tarefa "Criar um projeto"



Fonte: Autoria própria (2025).

Ainda em relação ao preenchimento dos campos deste formulário, o avaliador fez uma observação sobre o campo "Datum". Segundo ele, seria interessante que o formulário já apresentasse um valor pré-selecionado, relacionado ao padrão utilizado no Brasil.

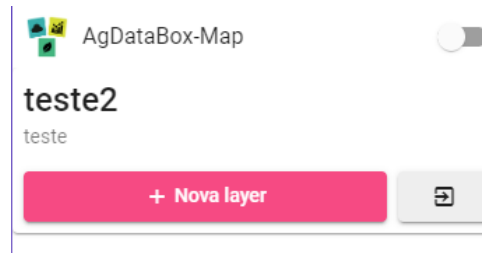
Quadro 10 – Tarefa 3 do Percurso Cognitivo da *persona* agricultor

TAREFA	Passos	P1	P2	P3	P4
Importar os dados que serão utilizados	1	Verde	Verde	Verde	Verde
	2	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde
	3	Verde	Verde	Verde	Verde
	4	Verde	Verde	Verde	Verde
	5	Verde	Verde	Verde	Verde
	6	Verde	Verde	Verde	Verde

Fonte: Autoria própria (2025).

Na tarefa "Importar os dados que serão utilizados", o avaliador fez uma sugestão referente ao Passo 2, que envolve a ação de "Clicar em *nova layer*". Foi sugerido que o botão fosse substituído por um ícone mais intuitivo ou, alternativamente, pela palavra "Adicionar" apenas. A Figura 35 apresenta essa parte da interface.

Figura 35 – Violação na Tarefa "Criar um projeto"



Fonte: Autoria própria (2025).

Quadro 11 – Tarefa 4 do Percurso Cognitivo da *persona* agricultor

TAREFA	Passos	P1	P2	P3	P4
Gerar zonas de manejo	1	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde
	2	Verde	Verde	Verde	Verde
	3	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Verde
	4	Verde	Verde	Verde	Vermelho

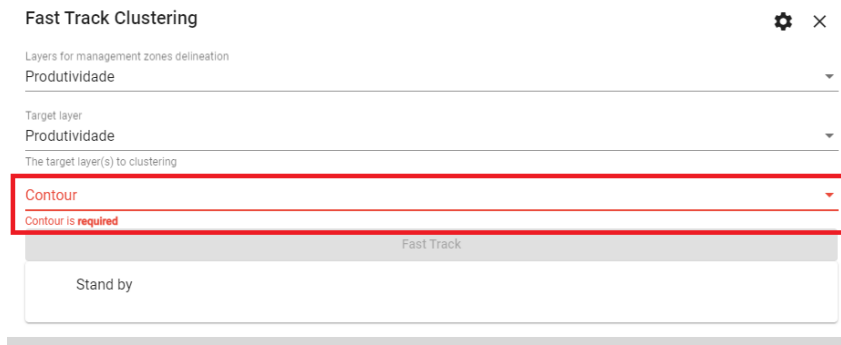
Fonte: Autoria própria (2025).

O primeiro passo nesta tarefa é idêntico ao indicado pelo avaliador na tarefa anterior: "Clicar em nova layer". Assim, a mesma sugestão feita anteriormente foi reaplicada aqui.

No passo 3, onde o usuário deve preencher um formulário para criar a zona de manejo, o problema identificado está relacionado ao campo "*Contour*". A dependência desse campo em relação a uma ação anterior não é evidente, o que pode confundir o usuário e dificultar o

preenchimento, já que ao clicar nele, se o usuário não tiver algum contorno criado, não aparece nada, o que pode gerar confusão no usuário, que não pode não conseguir entender o motivo de não conseguir interagir com o campo como demonstrado na Figura 36

Figura 36 – Violação na Tarefa "Gerar zonas de manejo"



Fonte: Autoria própria (2025).

Já no passo 4, o problema está no *feedback* oferecido pelo sistema após a criação da zona de manejo. Atualmente, a única indicação de sucesso é uma notificação na aba de notificações do sistema. Isso pode passar despercebido pelo usuário, pois não há uma mensagem ou *pop-up* claro na tela que confirme a conclusão da ação.

Quadro 12 – Tarefa 6 do Percurso Cognitivo da *persona* agricultor

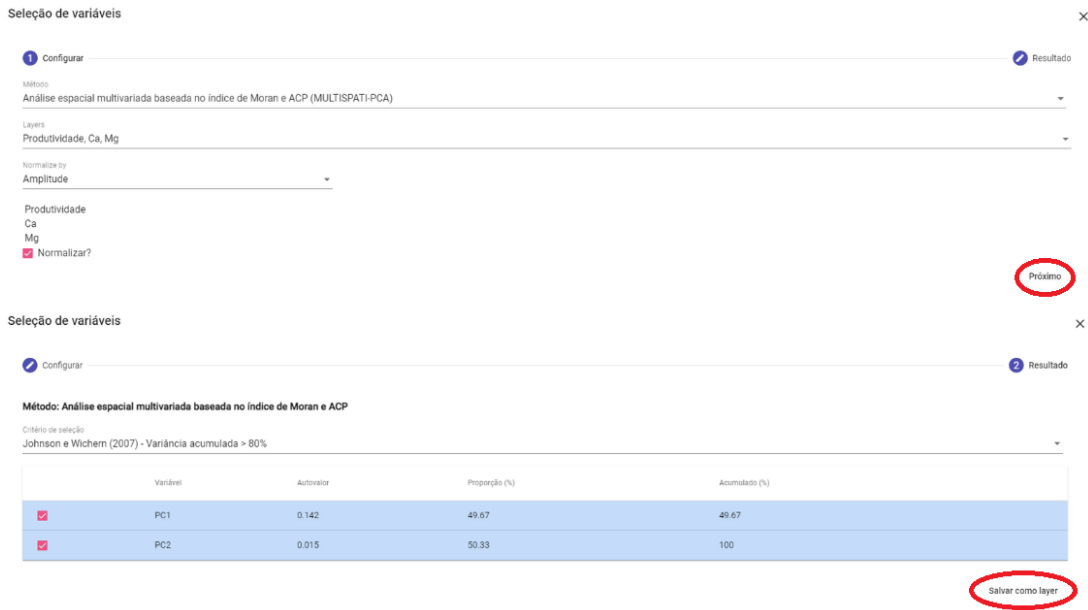
TAREFA	Passos	P1	P2	P3	P4
Seleção de variáveis	1	Verde	Verde	Verde	Verde
	2	Verde	Verde	Verde	Verde
	3	Verde	Verde	Verde	Verde
	4	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde
	5	Verde	Verde	Verde	Verde
	6	Verde	Verde	Verde	Verde
	7	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho

Fonte: Autoria própria (2025).

Na tarefa de Seleção de variáveis, as sugestões deixadas pelo avaliador nos passos 4 e 7 estão relacionadas aos botões de "Próximo" e "Salvar como layer", foi pontado que ambos botões apresentam uma ausência de elementos visuais que indiquem interatividade (como bordas, cor ou ícones), fazendo com que eles possam ser confundidos com textos estáticos. Essa violação é ilustrada na Figura 37.

A violação identificada no passo 7 está relacionada ao *feedback* após o término da execução da tarefa. Ao clicar no botão "Salvar como *layer*", a tela de seleção de variáveis permanece aberta, o que pode levar o usuário a acreditar que a ação não foi executada. Isso pode resultar em cliques repetidos no botão, fazendo com que a ação seja executada várias vezes de forma não intencional.

Figura 37 – Violação na Tarefa "Gerar zonas de manejo"



Fonte: Autoria própria (2025).

Quadro 13 – Tarefa 7 do Percurso Cognitivo da *persona* agricultor

TAREFA	Passos	P1	P2	P3	P4
Receber recomendações de fertilizantes	1	Yellow	Yellow	Yellow	Green
	2	Green	Green	Green	Green
	3	Green	Green	Green	Green
	4	Green	Green	Green	Green
	5	Green	Green	Green	Red
	6	Red	Red	Yellow	Red
	7	Green	Green	Yellow	Green
	8	Green	Green	Green	Green
	9	Yellow	Red	Red	Green
	10	Yellow	Yellow	Yellow	Green
	11	Green	Green	Green	Green
	12	Green	Green	Green	Red

Fonte: Autoria própria (2025).

Nesta tarefa, foram identificados vários apontamentos de violações e sugestões já observadas em outras tarefas. No passo 1, a ação de clicar em "Nova layer" poderia ter sua representação visual aprimorada, conforme discutido anteriormente. No passo 5, há a ausência de um *feedback* claro após a conclusão da recomendação de nutriente/calcário, já que apenas uma notificação é exibida, enquanto um pop-up ou uma confirmação mais evidente seria mais adequado.

No passo 9, o formulário de interpolação de dados apresenta novamente o problema no campo "Limites", pois a seleção da opção não é clara para o usuário. No passo 10 que repre-

senta a ação de clicar no submeter o formulário de interpolação de dados, o botão "Próximo" continua sem um design que indique interatividade, o que pode causar confusão. No último passo, falta um *feedback* claro que indique a conclusão da tarefa. Seria ideal exibir uma mensagem de confirmação ou automaticamente mostrar o mapa da recomendação criada, evitando que o usuário precise ativá-lo manualmente.

Além disso, foi apontado um problema mais específico: após o passo 5, o usuário pode acreditar que a tarefa foi concluída após executar a recomendação, mesmo havendo passos adicionais para criar o mapa. O avaliador sugeriu a possibilidade de incluir uma funcionalidade de "*Fast Track*" para essa tarefa, semelhante ao que já existe para zonas de manejo e mapas temáticos. Isso reduziria a quantidade de passos necessários para completar a tarefa.

Considerando a *persona* de especialista, foram encontradas pelo Avaliador 2 as seguintes violações

Quadro 14 – Tarefa 2 do Percurso Cognitivo da *persona* especialista

TAREFA	Passos	P1	P2	P3	P4
Criar um projeto	1	■	■	■	■
	2	■	■	■	■
	3	■	■	■	■

Fonte: Autoria própria (2025).

Como apontado pelo Avaliador 1, nesta tarefa há uma violação no campo "Área", presente no formulário de criação do projeto. Esse campo, que é selecionável, não apresenta uma explicação clara de seu funcionamento. Caso não haja dados disponíveis para selecionar, ele permanece vazio, o que pode gerar confusão no usuário, que não entenderá o motivo de não conseguir interagir com o campo. A violação no passo 3 está relacionado ao *feedback* após a criação do projeto ser em inglês.

Quadro 15 – Tarefa 6 do Percurso Cognitivo da *persona* especialista

TAREFA	Passos	P1	P2	P3	P4
Seleção de variáveis	1	■	■	■	■
	2	■	■	■	■
	3	■	■	■	■
	4	■	■	■	■
	5	■	■	■	■
	6	■	■	■	■
	7	■	■	■	■

Fonte: Autoria própria (2025).

A violação identificada nesta tarefa está relacionada à ausência de *feedback* após o usuário clicar em "Salvar como layer" ao realizar a seleção de variáveis. Conforme já mencionado pelo Avaliador 1, essa falta de retorno visual ou funcional pode gerar confusão, levando o usuário a acreditar que a ação não foi concluída com sucesso.

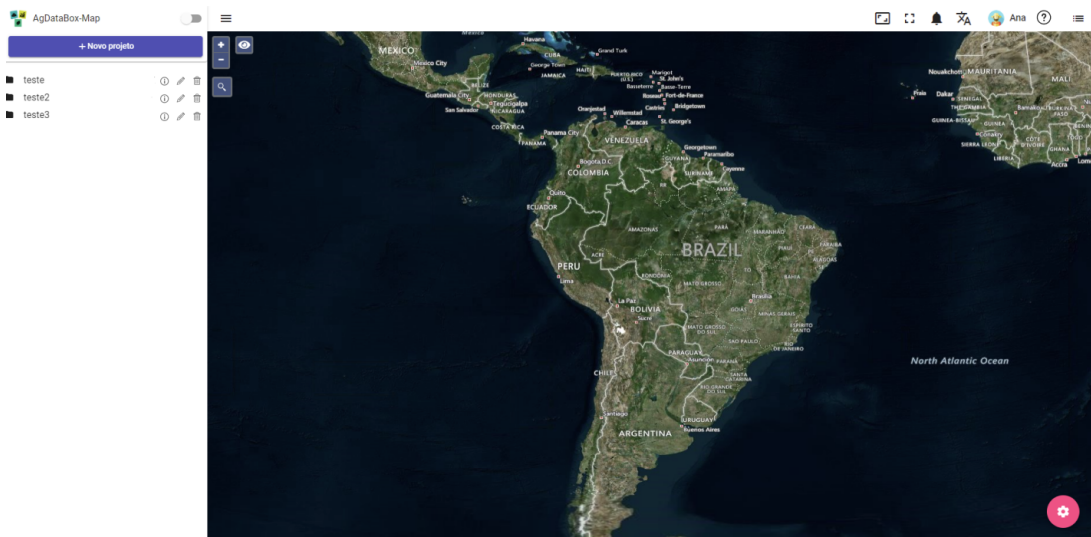
4.6 Prototipação e sugestões de melhorias no sistema

Durante as análises realizadas em ambas as avaliações, foi observado que a maioria dos problemas identificados não requer necessariamente a criação de protótipos visuais para ilustrar suas melhorias. Muitas das violações encontradas, especialmente em formulários, são repetitivas e podem ser solucionadas por meio de ajustes simples na usabilidade.

Para a página principal do sistema, foram consideradas as violações relacionadas à essa parte do sistema e que poderiam ser demonstradas no protótipo da Figura 38.

Nessa primeira tela poucas mudanças foram realizadas, foram criados ícones para as ações de deletar e editar cada projeto, funcionalidades que já existiam, mas que poderiam ter suas interações aprimoradas, o ícone que mostra a descrição também foi alterado para que fique com o padrão mais usado em aplicações. Também foi adicionado no menu superior um ícone referente à funcionalidade de ajuda e manual do sistema que não existia anteriormente.

Figura 38 – Protótipo com as melhorias da página principal



Fonte: Autoria própria (2025).

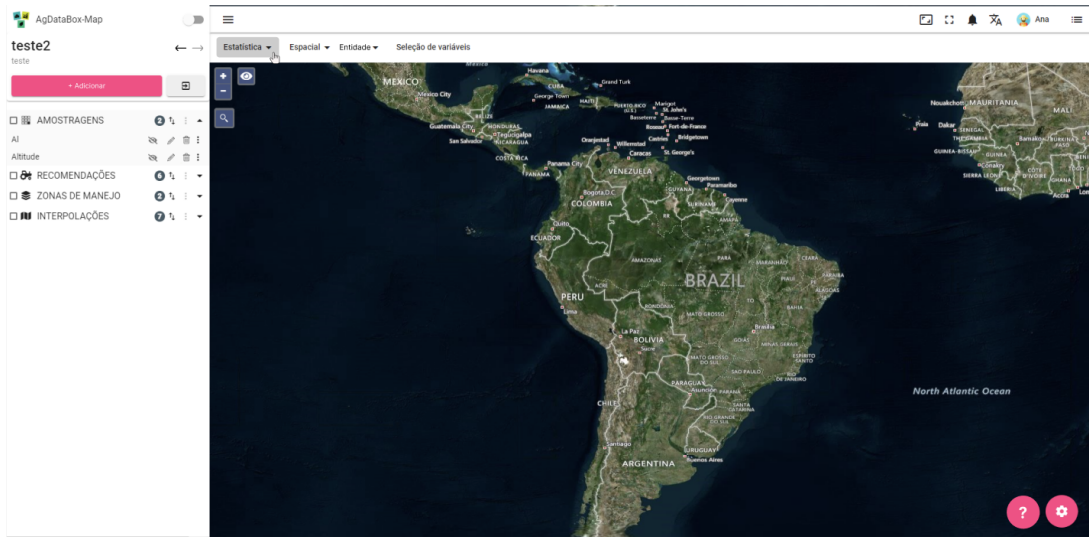
O próximo protótipo da Figura 39 ilustra algumas alterações ainda na página principal, mas agora quando o usuário acessa um projeto.

Nessa tela foram adicionados ícones para editar e deletar *layers*, que assim como o protótipo anterior, essas funções já existiam só sofreram alterações para padronizar os visuais. O botão que anteriormente era "Nova Layer", agora está apresentado como "Adicionar", para facilitar ainda mais o entendimento dos usuários. Outra pequena alteração foi escurecer a cor dos botões e outros selecionáveis quando o mouse passa por cima deles. Também foi adicionado um botão de ajuda de lado do botão de configurações, essa seria outra possibilidade de incluir o *link* para a página de manual de uso do sistema.

Nesse protótipo foi levantada também a possibilidade de existir a função de desfazer e refazer uma ação, função que não existe originalmente mas que seria ideal numa situação

de melhorar a usabilidade do sistema. O ícone onde o usuário pode mudar o idioma não foi alterado, pois foi constatado que é uma representação comumente utilizada.

Figura 39 – Protótipo com as melhorias da página de projeto



Fonte: Autoria própria (2025).

Referente às violações encontradas em formulários diversos:

- Eles precisam ser padronizados na questão de idioma, tanto quando o sistema estiver em inglês quanto em português;
- Nos formulários de recomendação de nutrientes, por exemplo, campos que deveriam ser exclusivamente numéricos aceitam outros tipos de caracteres, isso não deve acontecer;
- No formulário de edição de usuário, os campos data de nascimento e telefone permitem a inserção de caracteres não numéricos e aceitam formatos inadequados para os tipos de dados esperados. Para evitar esse problema, recomenda-se o uso de máscaras de dados, que garantem que os valores inseridos sigam o formato correto, assegurando a consistência e validade das informações coletadas.
- Como foi notado por um dos avaliadores, no cadastro e login de usuários, o campo de e-mail é *case sensitive*, é de extrema importância corrigir isso e fazer uma nova verificação para garantir que todos os campos do sistema não passam por esse problema.

A Figura 40 exemplifica com a tela de Interpolação de dados as mudanças e padrões que devem ser considerados em todos os formulários do sistema, padronização do idioma, ajuste na visualização de campos selecionáveis e a mudança nos botões que não tinham uma aparência de interatividade. Essas alterações abrangem todos os problemas encontrados nesses tipos de telas.

Figura 40 – Protótipo com as melhorias de formulários

O formulário 'Média móvel' apresenta uma interface com duas etapas principais:

- 1 Seleção e configuração de grades:**
 - Tipo: Interpolar para pixels regulares dentro dos limites da área
 - Dados de entrada: Tipo de grid: Amostragem (com opção 'Selecione as layers' e 'Obrigatório')
 - Formato de destino: Nenhum limite disponível
 - Campos de entrada: Largura do pixel (m) e Altura do pixel (m), ambos com o valor 7.
- 2 Parâmetros da análise:** (etapa seguinte)

Um botão 'Próximo' está localizado no canto inferior direito.

Fonte: Autoria própria (2025).

Outro protótipo que foi realizado é um modelo padrão de notificação *pop-up* de sucesso de conclusão dos processos de criação zona de manejo, seleção de variáveis, recomendação de nutriente/calcário e interpolação de dados, onde atualmente só aparece uma notificação informando a conclusão. Esse protótipo é apresentado na Figura 41.

Figura 41 – Protótipo com as melhorias de notificações

Zona de manejo
Zona de manejo criada com sucesso!

OK

Fonte: Autoria própria (2025).

Existem outras sugestões gerais de modificações para o sistema, são elas:

- Implementação de rótulos em ícones que foram apontados pelos avaliadores;
- Implementar um botão para cancelar as operação em andamento nas tarefas de Interpolação de dados, Seleção de variáveis e Limpeza de dados;
- Implementar pequenas descrições em campos mais técnicos quando passa o mouse em cima nos formulários para ajudar os usuários preenchê-los;
- Criar atalhos para ações frequentes do sistema, como por exemplo, criar uma *nova layer*;
- Outra sugestão que foi dada pelos avaliadores seria a possibilidade de as *layers* de logo após a criação de uma interpolação de dados, seja uma zona de manejo, mapa temático ou recomendação de fertilizantes, ficassem visíveis para o usuário conseguir ver o resultado de imediato, sem precisar fazer manualmente;

- Na tarefa de seleção de variáveis além de não existir o *pop-up* de conclusão da ação, a tela do formulário permanece aberta, fazendo o usuário pensar que ela não foi concluída com sucesso, essa violação precisa ser ajustada;
- Se possível, criar uma opção de "*Fast Track*" para a recomendação de fertilizantes/-calcário, para deixar essa tarefa mais fácil para o usuário.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho abordou a aplicação da avaliação de usabilidade de uma aplicação para web na ferramenta de gestão agrícola AgDataBox-Map. A importância de se aplicar as técnicas de avaliação de usabilidade de interfaces como a Avaliação Heurística e o Percurso Cognitivo nesse contexto, é principalmente pela crescente utilização na agricultura de precisão.

A avaliação de usabilidade realizada neste trabalho permitiu identificar problemas significativos na plataforma AgDataBox-Map, evidenciados por meio das técnicas de Avaliação Heurística e Percurso Cognitivo.

Os métodos aplicados se mostraram eficazes para atingir os objetivos propostos. A Avaliação Heurística revelou violações significativas em diversas heurísticas, exceto na de Design estético e minimalista. Destacaram-se problemas relacionados à correspondência entre o sistema e o mundo real, flexibilidade e eficiência de uso, além da falta de ajuda e documentação adequadas. Essas descobertas evidenciam a necessidade de alinhar melhor a interface às expectativas dos usuários e fornecer suporte mais claro para a execução das tarefas.

No Percurso Cognitivo, foi possível avaliar a usabilidade sob a ótica de diferentes perfis de usuários. Os avaliadores identificaram dificuldades significativas, especialmente quanto à clareza de informações nos formulários e à ausência de *feedback* adequado em tarefas concluídas. Esses problemas podem comprometer a experiência do usuário, gerando incertezas e frustrações durante a navegação.

Além de contribuir diretamente para a melhoria do AgDataBox-Map, este estudo também ampliou o entendimento sobre a eficácia das técnicas de avaliação da Interação Humano-Computador (IHC). Embora tanto a Avaliação Heurística quanto o Percurso Cognitivo sejam métodos de inspeção de usabilidade, cada uma permitiu identificar diferentes tipos de problemas, além de reforçar questões apontadas em ambas as avaliações. Isso evidencia o caráter complementar das técnicas e mostra que, quando aplicadas em conjunto, proporcionam uma visão mais completa e aprofundada dos desafios enfrentados pelos usuários.

A implementação das melhorias sugeridas tem o potencial de aprimorar significativamente a qualidade de interação do usuário, tornando o sistema mais eficiente e acessível. Este estudo reforça a relevância da usabilidade em sistemas tecnológicos, especialmente em áreas como a agricultura de precisão, onde a clareza e a funcionalidade das interfaces impactam diretamente a adoção e o sucesso da tecnologia.

Como perspectivas futuras, sugere-se a realização de testes de usabilidade com usuários reais para validar as soluções propostas e promover melhorias adicionais. Além disso, recomenda-se avaliar outros critérios de qualidade de uso no sistema, como a Experiência do Usuário, a Comunicabilidade e a Acessibilidade.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. *et al.* Um mapeamento sistemático sobre avaliação de modelos mentais e conceituais de interfaces digitais. **Nuevas Ideas en Informática Educativa**, p. 142–151, 2016. Disponível em: <https://www.tise.cl/volumen12/TISE2016/142-151.pdf>. Acesso em: 12 out. 2023.
- BARBOSA, S.; SILVA, B. **Interação humano-computador**. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2010.
- BAZZI, C. L. *et al.* Agdatabox api – integration of data and software in precision agriculture. **SoftwareX**, v. 10, p. 100327, 2019. ISSN 2352-7110. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352711018302838>. Acesso em: 18 out. 2023.
- BEVAN, N. *et al.* New iso standards for usability, usability reports and usability measures. *In*: SPRINGER. **Human-Computer Interaction. Theory, Design, Development and Practice: 18th International Conference, HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016. Proceedings, Part I 18**. 2016. p. 268–278. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-39510-4_25. Acesso em: 31 out. 2023.
- BUSKIRK, R. V.; MORONEY, B. W. Extending prototyping. **IBM Systems Journal**, IBM, v. 42, n. 4, p. 613–623, 2003. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5386825/>. Acesso em: 11 out. 2023.
- CASTRO, T.; FUKS, H. Inspeção semiótica do colabweb: proposta de adaptações para o contexto da aprendizagem de programação. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 17, n. 1, p. 71–81, 2009. Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/rbie/article/view/77>. Acesso em: 05 nov. 2023.
- COELHO, J. P. C. *et al.* **Agricultura de precisão**. Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2009. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/96942/1/Manual_Agricultura_de_Precisao.pdf. Acesso em: 24 ago. 2023.
- COLOMBO, R. M. T. **Processo de avaliação da qualidade de pacotes de software**. 2004. Tese (Doutorado) — UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2004. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/307743>. Acesso em: 31 out. 2023.
- COSTA, L. M. **Análise de usabilidade de uma ferramenta web de atendimento ao estudante no sistema acadêmico de uma instituição de ensino superior**. 2014, 2014. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/10985>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- DIX, A. **Human-computer Interaction**. [S.l.]: Pearson/Prentice-Hall, 2003. ISBN 9780130461094.
- GEBBERS, R.; ADAMCHUK, V. I. Precision agriculture and food security. **Science**, American Association for the Advancement of Science, v. 327, n. 5967, p. 828–831, 2010. Disponível em: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1183899>. Acesso em: 24 ago. 2023.
- GODINHO, F. **NOÇÕES DE ACESSIBILIDADE À WEB**. 2020. Disponível em: <https://www.acessibilidade.net/web/>. Acesso em: 26 set. 2023.
- GUEDES, G. **Interface Humano Computador: prática pedagógica para ambientes virtuais**. [s.n.], 2008. 218 p. Disponível em: https://www.academia.edu/7336265/Interface_Humano_

Computador_Interface_Humano_Computador_prática_pedagógica_para_ambientes_virtuais. Acesso em: 09 set. 2023.

HARTSON, R.; PYLA, P. S. **The UX book: Agile UX design for a quality user experience**. Morgan Kaufmann, 2018. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=RHIGCwAAQBAJ>. Acesso em: 18 out. 2023.

HASSENZAHL, M.; TRACTINSKY, N. User experience-a research agenda. **Behaviour & information technology**, Taylor & Francis, v. 25, n. 2, p. 91–97, 2006.

HELLMUTH, M. **Ultimate Guide to prototyping in Figma**. UI Prep, 2023. Disponível em: <https://www.uiprep.com/blog/ultimate-guide-to-prototyping-in-figma>. Acesso em: 06 nov. 2023.

HENRY, S. L. Introduction to web accessibility. **w3**, 2022. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/>. Acesso em: 26 set. 2023.

HEWETT, T. T. *et al.* **ACM SIGCHI curricula for human-computer interaction**. ACM, 1992. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2594128>. Acesso em: 25 ago. 2023.

ISO 9241-11. **ISO 9241-11:2018 Ergonomics of Human-system Interaction. Usability : definitions and concepts**. [S.], 2018.

KIM, G. J. **Human-computer interaction: fundamentals and practice**. CRC press, 2015. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=D4SbBgAAQBAJ>. Acesso em: 18 out. 2023.

LOWGREN, J. *et al.* The encyclopedia of human-computer interaction. **Interaction design foundation**, 2019. Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed>. Acesso em: 05 set. 2023.

MANZO, B. *et al.* Prototipação e validação: não é só ciência, é experiência, facilidade e dinamismo. **pt, em Desenvolvimento de Tecnologias em Pesquisa e Saúde: da Teoria à Prática, 1ª ed., Editora Científica Digital**, p. 122–137, 2022. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220408593.pdf>. Acesso em: 11 out. 2023.

MEDEIROS, I. **Avaliação de usabilidade do sistema SIGUS conforme as heurísticas de Nielsen**. 2022 — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/49161>. Acesso em: 26 set. 2023.

MORGADO, T. d. P. **Usabilidade: uma avaliação heurística do website da biblioteca do Instituto de Matemática da UFRJ**. 2018. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/11859>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MURAKAMI, E. **Uma infra-estrutura de desenvolvimento de sistemas de informação orientados a serviços distribuídos para agricultura de precisão**. 2006. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-22042007-190435/en.php>. Acesso em: 25 ago. 2023.

NAKAI, H. *et al.* Initial framework for software quality evaluation based on iso/iec 25022 and iso/iec 25023. *In: IEEE. 2016 IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion (QRS-C)*. 2016. p. 410–411. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7573781>. Acesso em: 30 out. 2023.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Elsevier Science, 1994. (Interactive Technologies). ISBN 9780125184069. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=95As2OF67f0C>.

- NIELSEN, J. **Usability 101: Introduction to Usability**. 2013. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>. Acesso em: 26 ago. 2023.
- NIELSEN, J. **10 usability heuristics for user interface design**. NNGroup, 2020. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. Acesso em: 04 out. 2023.
- NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. *In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 1990. (CHI '90), p. 249–256. ISBN 0201509326. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/97243.97281>. Acesso em: 18 ago. 2023.
- NUNES, M. de F.; SILVA, A. C. P. da; COSTA, L. F. da. Memória e curadoria digital de museu e patrimônio: Avaliação de usabilidade 360°. **Prisma. com**, n. 41, p. 191–215, 2020. Disponível em: <https://ojs.letras.up.pt/index.php/prismacom/article/view/6750>. Acesso em: 22 set. 2023.
- OLIVEIRA, F. C. d. M. B.; OLIVEIRA, F. A. d. M. B. **Humano Computador**. Editora da Universidade Estadual do Ceará, 2016. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/432049/2/Livro_Interac%20%20Humano%20Computador.pdf. Acesso em: 09 set. 2023.
- OLIVEIRA, H. S.; SAVOINE, M. M.; ITPAC, C. d. T. da I. Aplicação do método de avaliação heurística no sistema colaborativo heds. **Disponível: <http://www.itpac.br/hotsite/revista/artigos/43/1.pdf>**, 2011. Disponível em: <https://s3.us-east-1.amazonaws.com/assets.unitpac.com.br/arquivos/Revista/43/1.pdf>. Acesso em: 06 out. 2023.
- OLIVEIRA, K. M. A. de *et al.* O uso de modelos e múltiplos protótipos na concepção de interface do usuário. 2007. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/258>. Acesso em: 01 nov. 2023.
- OLIVEIRA, M. E. **Avaliação de usabilidade em um sistema agrícola web**. 2022. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/30596>. Acesso em: 09 out. 2023.
- PEREIRA, J. A. **Avaliação heurística da usabilidade de sites de prefeituras de cidades do Centro-Oeste de Minas Gerais**. 2018, 2018. Disponível em: <https://repositorio.bambui.ifmg.edu.br/index.php/ec/article/view/72>. Acesso em: 14 ago. 2023.
- PEREIRA, R. J. F. d. A. **Processo de desenho de um protótipo de alta fidelidade, em IOS-ROOMS**. 2014. Tese (Doutorado), 2014. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/13110>. Acesso em: 12 out. 2023.
- PERGENTINO, A. C. dos S. *et al.* Usability heuristics evaluation in search engine. *In: SPRINGER. Design, User Experience, and Usability. Interaction Design: 9th International Conference, DUXU 2020, Held as Part of the 22nd HCI International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, July 19–24, 2020, Proceedings, Part I 22*. 2020. p. 351–369. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-49713-2_25. Acesso em: 01 nov 2023.
- PERNICE, K. **UX Prototypes: Low Fidelity vs. High Fidelity**. NNGroup, 2016. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/ux-prototype-hi-lo-fidelity/>.
- POLSON, P. G. *et al.* Cognitive walkthroughs: a method for theory-based evaluation of user interfaces. **International Journal of man-machine studies**, Elsevier, v. 36, n. 5, p. 741–773, 1992. Disponível em: <https://www.colorado.edu/ics/sites/default/files/attached-files/91-01.pdf>. Acesso em: 06 out. 2023.

PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. Avaliação de interfaces de usuário—conceitos e métodos. *In*: SN. **Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Capítulo**. 2003. v. 6, p. 28. Disponível em: https://www-di.inf.puc-rio.br/~simone/files/JAI2003_avaliaoao_s.pdf. Acesso em: 12 out. 2023.

PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. Introdução à teoria e prática da interação humano computador fundamentada na engenharia semiótica. **Atualizações em informática**, p. 263–326, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Raquel-Prates/publication/370688953_Introducao_a_Teoria_e_Pratica_da_Interacao_Humano_Computador_fundamentada_na_Engenharia_Semiotica/links/645db3b84353ba3b3b5e0f30/Introducao-a-Teoria-e-Pratica-da-Interacao-Humano-Computador-fundamentada-na-Engenharia-Semiotica.pdf. Acesso em: 02 nov. 2023.

PRATES, R. O.; SOUZA, C. S. D.; BARBOSA, S. D. Methods and tools: a method for evaluating the communicability of user interfaces. **interactions**, ACM New York, NY, USA, v. 7, n. 1, p. 31–38, 2000. Disponível em: <https://www-di.inf.puc-rio.br/~clarisse/docs/2000pratesINTERACTIONS.pdf>. Acesso em: 26 set. 2023.

ROCHA, H. V. D.; BARANAUSKAS, M. C. C. **Design e avaliação de interfaces humano-computador**. Unicamp, 2003. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Design_e_avaliaoao_de_interfaces_human/McefAAAACAAJ?hl=pt-BR.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de interação**. Bookman Editora, 2013. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Design_de_Interaoao/wERUmGEACAAJ?hl=pt-BR.

SCHENEIDER, T. F. **Uma proposta de melhoria de interface, através da avaliação de usabilidade do AVA Moodle**. 2017. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15953>. Acesso em: 12 ago. 2023.

SCHERER, N. P. **Avaliação heurística e teste de usabilidade para softwares de design de interiores**. 2018 — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6009>. Acesso em: 12 ago. 2023.

SILVA, L. F. **Avaliação de usabilidade e prototipação de interface para ambientes colaborativos de aprendizagem**. 2017. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15949>. Acesso em: 12 ago. 2023.

SIMPLÍCIO, R. d. S. **Análise da usabilidade nos websites de voleibol**. 2014. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/271>. Acesso em: 12 ago. 2023.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. Pearson Prentice Hall, 2011. ISBN 9788579361081. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=H4u5ygAACAAJ>.

SOUSA, A. G. d. **Avaliaí: um acervo de checklists de heurísticas para facilitação da avaliação do design de interfaces digitais**. 2022 — Universidade Federal do Ceará, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/70363>. Acesso em: 27 out. 2023.

SOUZA, C. S. de. **Obstáculos ao ensino dos métodos de avaliação da Engenharia Semiótica**. 2009. Tese (Doutorado) — PUC-Rio, 2009. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/15340/15340_3.PDF. Acesso em: 26 set. 2023.

TEIXEIRA, F. **Introdução e boas práticas em UX Design**. Editora Casa do Código, 2014. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Introdução_e_boas_práticas_em_UX_Desi/vWuCCwAAQBAJ. Acesso em: 26 set. 2023.

VALERIO, G. Entendendo as 6 métricas de usabilidade e como ajudar seu usuário. **Medium**, UX Collective BR, May 2023. Disponível em: <https://brasil.uxdesign.cc/usabilidade-a0ea0f966376>. Acesso em: 22 set. 2023.

VERGARA, C. d. S. **Proposta de atualização da interface do portal do aluno da UTFPR a partir de conceitos de User Experience (UX)**. 2022. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2022. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31837>. Acesso em: 12 ago. 2023.

WALKER, M.; TAKAYAMA, L.; LANDAY, J. A. High-fidelity or low-fidelity, paper or computer? choosing attributes when testing web prototypes. *In*: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. **Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting**. 2002. v. 46, n. 5, p. 661–665. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/154193120204600513?casa_token=Jrqq2gKukLYAAAA:lpoKZnqmDG4qL5u7mqMvXVnFelPmhowPuYIsCIFTpmSRg0TZv7YhMZWDOmu7NUrRj23zzSpHyPw. Acesso em: 07 out. 2023.

WHARTON, C. The cognitive walkthrough method: A practitioner's guide. **Usability inspection methods**, John Wiley, 1994. Disponível em: <https://www.colorado.edu/ics/sites/default/files/attached-files/93-07.pdf>. Acesso em: 07 out. 2023.

ZADINELLO, F. A. **Proposta de aplicativo repositório de bibliotecas virtuais aplicando avaliação heurística**. 2015. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12517>. Acesso em: 12 ago. 2023.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DA AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

Checklist para a Avaliação Heurística da plataforma AgDataBox-Map						
Avaliador:					Data	
Heurísticas	Questões	Sim	Não	NA	Justificativa	Severidade
Visibilidade do status do sistema	Após a conclusão de uma interação no sistema, o usuário recebe uma mensagem de confirmação apropriada? Ex: Quando o usuário faz alguma alteração no sistema, uma mensagem de "Alteração Salva" exibida.					
	Se a plataforma tiver um processo que leva um tempo considerável (mais que 15s) para ser realizado o usuário é informado com barra de progresso, ícones de carregamento ou mensagens informativas?					
	Ítems clicáveis são distinguíveis dos restantes dos ítems? Ex: Cores e estilos de botões destacados, <i>feedback</i> ao passar o mouse sobre os botões.					
	Quando componentes são selecionados, há um <i>feedback</i> visível? Ex: Texto selecionado, ícones, caixa de seleção.					
Correspondência entre o sistema e o mundo real	O sistema está falando a linguagem dos usuários, com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário?					
	As informações são exibidas em uma ordem lógica e natural?					
	Os ícones e cores são aplicados seguindo convenções de seus significados? Ex: ícone de lixeira para representar o ato de excluir, o uso da cor verde para confirmação uma ação.					
	Os títulos dos menus se encaixam logicamente em categorias que possuem significados compreensíveis? Campos e informações relacionadas aparecem juntos?					
	Ex: Em um formulário, os campos "Nome" e "Sobrenome" aparecem próximos um do outro.					
	O idioma usado é o mesmo que os usuários falam?					
Controle e liberdade do usuário	As ações de desfazer e refazer realizadas pelo usuário são suportadas pelo sistema?					
	Existe uma 'saída de emergência' para que os usuários possam sair facilmente de ações acidentais? Ex: Se um usuário selecionar acidentalmente uma opção de "Excluir", um botão "Desfazer" é prontamente visível na interface					
	Os usuários podem cancelar as operações em andamento?					
	As informações são computadas para os usuários? Ex: peça apenas o CEP e calcule o estado e a cidade.					
Consistência e padrões	As cores e ícones seguem um padrão em toda a interface?					
	O visual das telas da aplicação é consistente?					
	Os campos de entrada de dados são padronizados?					
	Os textos seguem um padrão em toda aplicação?					
	A aplicação faz uso de convenções comuns a aplicações web?					
Prevenção de erros	Os recursos indisponíveis estão ocultos ou desativados?					
	Os usuários são solicitados a confirmar ações que podem causar grande impacto? Ex: Se um usuário selecionar a opção de "Excluir Permanentemente", ele precisa confirmar a ação.					
	As entrada de dados são indicados e restritas a um número de caracteres definidos?					
	Os campos de entrada de dados e caixas de diálogo contêm valores padrão quando necessário?					
	As entrada de dados não são case sensitive?					
	Ítems clicáveis são suficientemente grandes?					

Reconhecimento em vez de lembrança	A interface prioriza os elementos mais importantes?					
	As tarefas complexas da aplicação são divididas em etapas menores?					
	Os ícones estão rotulados? Ex: O ícone apresenta uma breve descrição da funcionalidade ao deixar o mouse em cima dele.					
	Os ícones e botões são facilmente reconhecíveis? Ex: O ícone para 'Configurações' é normalmente uma engrenagem.					
	Se os usuários tiverem que navegar entre várias telas, o sistema usa rótulos de contexto, mapas de menus e marcadores de lugar como auxílio à navegação?					
	Os campos de entrada opcionais/obrigatórios estão claramente marcados? As cores claras, brilhantes e saturadas foram usadas para enfatizar os dados e as cores mais escuras, opacas e sem saturação foram usadas para desenfaturar os dados?					
Flexibilidade e eficiência de uso	Existem atalhos para usuários mais experientes? Ex: Ctrl+C para copiar e Ctrl+V para colar.					
	O usuário tem a opção de pedir para o sistema se lembrar do seu e-mail ou mesmo manter seu login ativo?					
	O sistema oferece facilidade de configurações básicas e avançadas para definir e personalizar os atalhos para ações frequentes?					
	As strings de pesquisa são preservadas entre as pesquisas? Há preenchimento automático e sugestões? Ex: Em um mecanismo de busca na web, quando um usuário faz uma pesquisa e depois clica em um resultado, a <i>string</i> de pesquisa original é preservada na barra de pesquisa, permitindo que o usuário ajuste ou refine a pesquisa sem precisar digitá-la novamente					
Design estético e minimalista	Apenas as informações essenciais para a tomada de decisão são exibidas na tela? O <i>layout</i> é claramente projetado para evitar ruídos visuais?					
	O uso de imagens e conteúdo multimídia agrega valor?					
	Cada item da interface tem um propósito específico para a tarefa em execução? Os itens/elementos estão bem organizados na interface, usando bem os espaços em branco? (O espaço em branco foi usado para criar simetria e direcionar o olho na direção apropriada?)					
	Há validação automática nos campos de preenchimento? Os problemas são descritos com clareza e é apresentado soluções para eles? Se um erro for detectado em um campo de entrada de dados, o sistema aponta esse campo e/ou realça o erro? As mensagens de erro são expressas em linguagem simples (sem códigos) linguagem familiar do usuário?					
	A documentação de ajuda no sistema está disponível e de fácil acesso Mesmo se a ajuda e a documentação sejam fornecidas como parte do sistema, o sistema pode ser utilizado sem depender da documentação Os usuários podem alternar facilmente entre a ajuda e a execução de suas tarefas no sistema? Quando as opções de menu não são autoexplicativas, o sistema fornece informações adicionais e esclarecedoras quando o usuário seleciona um item? As informações na ajuda e na documentação são fáceis de pesquisar, focadas na tarefa do usuário, listam etapas concretas a serem realizadas e não são muito grandes?					