

UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E COMPUTAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Renato dos Santos Machado Junior

**MELHORANDO A ACESSIBILIDADE DAS INTERFACES *WEB* COM O USO DO
BOTO**

Santa Cruz do Sul
2023

Renato dos Santos Machado Junior

**MELHORANDO A ACESSIBILIDADE DAS INTERFACES *WEB* COM O USO DO
BOTO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Computação da Universidade de Santa Cruz do Sul para obtenção parcial do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Profa. Dra. Daniela Duarte da Silva Bagatini

Santa Cruz do Sul
2023

RESUMO

Ao utilizar a *web* o usuário interage com múltiplas e diferentes interfaces, com o intuito de resolver um problema, executar uma tarefa ou obter informações. Por essa razão, a qualidade da interação homem-computador influencia no uso e no aprendizado de uma aplicação, também afeta o desempenho na realização de atividades e determina o grau de satisfação do usuário. Existem boas práticas de acessibilidade e usabilidade que devem ser empregadas no projeto de uma interface *web*, contudo muitas páginas não aplicam as recomendações no desenvolvimento. Neste contexto, a extensão Boto, desenvolvida por Souza e Bagatini (2020), visa adaptar essas páginas de acordo com informações do usuário, possibilitando ajustes de tamanho de elementos, correção do nível de contraste, ocultar elementos, entre outras funcionalidades. Este trabalho se propõe a melhorar o Boto e adicionar novas funcionalidades de acessibilidade. Para isso, foram realizadas pesquisas sobre Interfaces Adaptativas, Experiência do Usuário, acessibilidade, usabilidade, diretrizes que contemplam padrões de acessibilidade, além de entrevistas com usuários que proporcionaram resultados significativos para identificar melhorias para o Boto. Após o desenvolvimento de ajustes e novas funcionalidades propostas, foram realizados testes de usabilidade da aplicação Boto juntamente com usuários. Os resultados obtidos evidenciam que as novas funcionalidades do Boto possibilitam uma melhor acessibilidade das interfaces *web*.

Palavras-chave: UX, Usabilidade, Acessibilidade, AUI, Extensão para navegador.

ABSTRACT

When using the web, the user interacts with multiple and different interfaces, with the intention of solving a problem, performing a task, or obtaining information. For this reason, the quality of the human-computer interaction influences the use and learning of an application, it also affects the performance in carrying out activities and determines the user's degree of satisfaction. There are good accessibility and usability practices that should be employed when designing a web interface, however many pages do not apply the recommendations in development. In this context, the Boto extension, developed by Souza and Bagatini (2020), aims to adapt these pages according to user information, enabling element size adjustments, contrast level correction, hiding elements, among other features. This work aims to improve Boto and add new accessibility features. For this, research was carried out on Adaptive Interfaces, User Experience, accessibility, usability, guidelines that include accessibility standards, as well as interviews with users that provided significant results to identify improvements for Boto. After the development of adjustments and proposed new functionalities, usability tests of the Boto application were performed together with users and through the results obtained, it is evident that the new functionalities provided to Boto allow better accessibility in web interfaces.

Keywords: UX, Usability, Accessibility, AUI, browser extension.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Comparação entre interfaces responsivas e adaptativas	18
Figura 2 – Extensão Boto em suas três abas disponíveis	20
Figura 3 – Extensão Screen Shader	21
Figura 4 – Extensão OpenDyslexic	22
Figura 5 – Extensão Color Enhancer	23
Figura 6 – Procedimentos metodológicos (Etapa 1)	33
Figura 7 – Procedimentos metodológicos (Etapa 2)	34
Figura 8 – Elemento principal da página ocultado	37
Figura 9 – Fluxo de funcionamento da aplicação e novas funcionalidades	39
Figura 10 – Função que possibilita avançar através da tecla “Enter”	40
Figura 11 – Falha na aplicação ao utilizar o campo de busca	41
Figura 12 – Função que interrompe o ouvinte que esconde elementos clicados	42
Figura 13 – Esconder elemento específico antes e depois do ajuste	42
Figura 14 – Antes e depois do ajuste na funcionalidade de zoom	44
Figura 15 – Alterações feitas no arquivo de estilos	45
Figura 16 – Alteração feita no armazenamento de dados	46
Figura 17 – Armazenamento local da extensão	46
Figura 18 – Questionário: pergunta sobre problema motor nas mãos ou dedos	47
Figura 19 – Opção de realizar clique automático na aba “Extras”	48
Figura 20 – Função de clique automático	48
Figura 21 – Dica do botão de desligar/ligar	49
Figura 22 – Trecho de código contendo adição de tooltip em uma das funcionalidades	49
Figura 23 – Opção de aumentar tamanho da extensão na aba “Extras”	50
Figura 24 – Estilização que determina o tamanho da extensão	50
Figura 25 – Aba “Interface” do Boto atualizada	51
Figura 26 – Boto desligado	51
Figura 27 – Função responsável por desabilitar e habilitar a extensão	52
Figura 28 – Aba “Extras” do Boto atualizada	53
Figura 29 – Função de restaurar configurações padrão do perfil de usuário	53
Figura 30 – Jornada do usuário A	57
Figura 31 – Jornada do usuário B	59
Figura 32 – Jornada do usuário C	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo dos trabalhos relacionados	31
Quadro 2 – Lista de participantes na entrevista	35
Quadro 3 – Comportamento antes e após ajustes no questionário	40
Quadro 4 – Comportamento antes e após ajustes na funcionalidade “Esconder elemento específico”	42
Quadro 5 – Comportamento antes e após ajustes de zoom, brilho, contraste e espaçamento	43
Quadro 6 – Comportamento antes e após implementação para salvar dados no navegador	45
Quadro 7 – Comparativo de dificuldades encontradas nas tarefas por participante	63
Quadro 8 – Cenários de teste do desenvolvedor	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Bibliometria quantitativa na base Science Direct	27
Tabela 2 – Bibliometria quantitativa na base Web of Science	27
Tabela 3 – Bibliometria quantitativa na base Scopus	27
Tabela 4 – Bibliometria quantitativa na base Google Scholar	27
Tabela 5 – Bibliometria quantitativa de conjunto nas quatro bases selecionadas	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AUI	Adaptive User Interface
IHC	Interface Humano-Computador
IUI	Intelligent User Interface
UI	User Interface
UX	User eXperience
W3C	World Wide Web Consortium
WCAG	Web Content Accessibility Guidelines

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1	Experiência do Usuário	13
2.1.1	Usabilidade.....	14
2.1.2	Acessibilidade.....	15
2.1.2.1	Diretrizes de Acessibilidade para o Conteúdo da Web.....	16
2.2	Interfaces de Usuários Adaptativas	17
2.3	Extensão para navegador	19
2.3.1	Boto	19
2.3.2	Soluções similares (aplicações de mercado)	20
2.4	Testes de <i>software</i>	23
2.4.1	Testes de usabilidade.....	24
2.5	Considerações do capítulo	24
3	METODOLOGIA	26
3.1	Caracterização da Pesquisa	26
3.2	Bibliometria quantitativa.....	26
3.3	Bibliometria qualitativa	28
3.3.1	Adaptive user interfaces and universal usability through plasticity of user interface design	28
3.3.2	A Long-Term Evaluation of Adaptive Interface Design for Mobile Transit Information	29
3.3.3	A Toolkit for Building More Adaptable User Interfaces for Vision-impaired Users	30
3.3.4	Quadro comparativo	31
3.4	Método e procedimentos	32
4	MELHORANDO A ACESSIBILIDADE DAS INTERFACES <i>WEB</i> COM O USO DO BOTO.....	35
4.1	Entrevistas iniciais.....	35
4.1.1	Levantamento de perfis.....	35
4.1.2	Coleta de dados e resultados.....	36
4.2	Visão geral do Boto.....	38
4.2.1	Ajustes e melhorias.....	39

4.2.1.1	Acessibilidade no questionário	40
4.2.1.2	Funcionalidade “Esconder elemento específico”	41
4.2.1.3	Zoom, brilho, contraste e espaçamento	43
4.2.1.4	Salvar dados no navegador.....	45
4.2.2	Novas funcionalidades.....	47
4.2.2.1	Acessar elementos automaticamente	47
4.2.2.2	Dica nas funcionalidades.....	48
4.2.2.3	Ampliar tamanho da extensão.....	49
4.2.2.4	Ativar/desativar a extensão	50
4.2.2.5	Restaurar configurações padrão	52
4.3	Ferramentas de desenvolvimento.....	54
4.4	Testes internos e validação com usuário	54
4.4.1	Testes do desenvolvedor.....	55
4.4.2	Testes de usabilidade.....	55
4.4.2.1	Sessão de teste de usabilidade A.....	56
4.4.2.2	Sessão de teste de usabilidade B.....	58
4.4.2.3	Sessão de teste de usabilidade C.....	60
4.4.2.4	Considerações sobre os testes de usabilidade.....	63
4.5	Considerações sobre o desenvolvimento.....	64
5	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS.....	67
	APÊNDICE A – ROTEIRO UTILIZADO NAS ENTREVISTAS	70
	APÊNDICE B – CENÁRIOS DE TESTE DO DESENVOLVEDOR.....	71
	APÊNDICE C – PLANO DE TESTE PARA OS TESTES DE USABILIDADE	74
	APÊNDICE D – ROTEIRO UTILIZADO NOS TESTES DE USABILIDADE	76
	APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	77

1 INTRODUÇÃO

O tema acessibilidade vem ganhando a atenção de grandes empresas de tecnologia, não só na aplicação de produtos de *software*, mas como iniciativa de pesquisa, educação e *design* (GOOGLE, 2022). Uma melhor acessibilidade proporciona experiências significativas ao usuário, pois, para além de um produto inclusivo, considera as necessidades reais de todos os usuários. Sabe-se que não basta apenas cumprir com as diretrizes de acessibilidade para proporcionar uma boa experiência, já que existem diversos perfis de usuários, com diferentes necessidades, como, por exemplo, um idoso com visão prejudicada, uma pessoa com daltonismo, autismo, entre outras. Portanto, quando se trata de explorar a experiência positiva com um *software* é necessário “conectar-se” ao usuário, no sentido de incluí-lo no projeto para entender aquilo que para ele importa.

Em uma revisão de pesquisa realizada por Miraz, Ali e Excell (2021) sobre AUI (do inglês *Adaptive User Interfaces* ou Interfaces de Usuário Adaptativas) ou IUI (do inglês *Intelligent User Interfaces* ou Interfaces de Usuário Inteligentes), é identificada a necessidade de um componente *a priori* que armazene informações sobre o usuário, outro componente que determine até que ponto a interface do usuário realmente precisa ser adaptada e, mais um componente que verifique como a adaptabilidade é aplicada ao sistema. Segundo os autores, é possível fornecer um certo nível de adaptabilidade em uma interface de usuário, sempre mantendo o equilíbrio entre o que se adapta e o que é oferecido pelo modelo conceitual da interface.

Neste contexto, a extensão para navegador denominada Boto, desenvolvida por Souza e Bagatini (2020), busca proporcionar uma melhor experiência tanto para os usuários de *websites* quanto para os seus desenvolvedores, realizando a adaptação da interface de um site, baseada no perfil do usuário. Segundo Souza e Bagatini (2020, p.57), o resultado do Boto reflete seu propósito de projeto, dizem os autores que o Boto é “(...) uma inteligência oculta das páginas *web* (e não da superfície da água) e que busca promover a ideia de inclusão (...)”.

A extensão Boto para Google Chrome possui um questionário que serve como ponto de partida para mapear e configurar o perfil do usuário. Com base nos dados do perfil, a interface dos *websites* acessados é adaptada. Além disso, o Boto possibilita que o usuário faça ajustes manuais, como de brilho, contraste, *zoom*, espaçamento entre letras, ocultação de vários elementos ou de elemento específico (uma funcionalidade, na qual o usuário clica no elemento que quer “apagar” e ele é ocultado da interface). Além dessas configurações, o Boto ainda

permite que o usuário escolha se deseja adaptação automática de elementos de baixa acessibilidade e, também, se permite aceitar automaticamente solicitações do uso de *cookies*.

O projeto do Boto relaciona temas de pesquisa no campo da Interação Homem-Computador, tratando de estudos na área de *User Experience* (UX), *User Interface* (UI), *Design Universal* e Interfaces Adaptativas. Por ter foco no usuário, este trabalho contribui de forma mais ampla para projetos de sistemas que exploram a relação entre humanos e máquinas, buscando proporcionar uma interação e usabilidade mais agradável ao usuário final na execução de suas tarefas.

Nesse contexto, o presente trabalho propõe, com o Boto, uma experiência de navegação para todos, de modo a melhorar a usabilidade das interfaces *web* utilizando AUI.

Como justificativa social para o desenvolvimento deste tema de pesquisa, pode-se citar que a boa interação do usuário com suas atividades rotineiras, por meio de sistemas, pode ser benéfica para a produtividade e bem-estar. Além disso, pessoas passam grande parte do dia conectadas a dispositivos eletrônicos, por isso a relação com o seu ambiente (ergonomia de sistemas interativos) necessita atenção, para que possam realizar suas atividades de uma maneira mais prática, ágil e simples.

Como justificativa científica para o desenvolvimento deste tema, pode-se citar a visibilidade que essa pesquisa poderá ter na área de Interface Humano-Computador (IHC), mais especificamente para a discussão de Interfaces Adaptativas, no que tange a flexibilidade das interfaces e ao uso de técnicas, que possam melhorar a experiência do usuário.

Como justificativa empresarial, permitir a adaptação de interfaces relacionada ao perfil dos usuários, significa proporcionar aos *softwares* princípios de plasticidade do *design* da interface do usuário (a plasticidade do *design* significa que a interface é pensada de modo que ela possa se adaptar de acordo com uma ação ou informação que ela recebe).

Este trabalho foi guiado pelo objetivo de identificar e desenvolver novas funcionalidades para a extensão Boto, com o intuito de melhorar a acessibilidade das interfaces *web*. Para isso, foi preciso: (1) investigar os temas relacionados à pesquisa envolvendo *User Experience*, *Adaptive User Interface*, usabilidade e acessibilidade *web*; (2) analisar o Boto em funcionamento, realizando entrevistas com diferentes perfis de usuário a fim de encontrar pontos de melhoria e novas funcionalidades a serem implementadas; (3) modelar e desenvolver correções e novas funcionalidades para o boto; (4) validar as novas funcionalidades. Com isso, definiu-se o problema de pesquisa com a seguinte pergunta: “Quais novas funcionalidades permitem ao Boto melhorar a acessibilidade das interfaces *web*?”.

A organização do trabalho é feita a partir dos seguintes capítulos: o capítulo 2 aborda a fundamentação teórica com base nos temas envolvidos neste trabalho; o capítulo 3 descreve a metodologia e procedimentos do trabalho; o capítulo 4 apresenta o desenvolvimento de ajustes e novas funcionalidades adicionadas ao Boto, com base nos estudos feitos e em entrevistas realizadas no mesmo capítulo, e validações através de testes do desenvolvedor e testes de usabilidade; e o capítulo 5 traz as conclusões do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica desta pesquisa está dividida em três partes: a primeira delas é a Experiência do Usuário, que contextualiza o termo, faz uma breve comparação com Interfaces de Usuário, além de discutir os assuntos Usabilidade e Acessibilidade. Na segunda parte, é abordado o termo Interfaces de Usuários Adaptativas, sua definição, funcionalidades e necessidade de implementar em *websites*. A terceira parte, Extensão para navegador, explica o que é uma extensão, apresenta a Extensão do Boto e outras três extensões similares que também adotam o conceito de Interfaces de Usuários Adaptativas.

2.1 Experiência do Usuário

Atualmente é muito comum haver uma confusão entre o significado de UX (do inglês *User Experience*, ou Experiência do Usuário) e de UI (do inglês *User Interface*, ou Interface do Usuário). Pode-se pensar que desenvolver uma interface bonita e organizada já é o suficiente para garantir uma boa experiência para o usuário. Enquanto o conceito UI representa a interface com a qual o usuário irá interagir, seja ela um *software*, um controle remoto, ou até mesmo uma garrafa térmica, UX representa o sentimento que o usuário tem ao utilizar essa interface.

De acordo com Nielsen e Norman (1998, tradução livre do autor), “O primeiro requisito para uma experiência de usuário exemplar é atender às necessidades exatas do cliente, sem complicações ou incômodos. Em seguida, vem a simplicidade e a elegância que produzem produtos que são uma alegria de possuir, uma alegria de usar”¹. Os autores salientam que UX vai além de simplesmente entregar uma interface, é necessário entender as necessidades destes usuários, de forma a tornar o produto perfeito não só para uso, mas para o contexto de experiência, de maneira descomplicada, interessante e que não gere desconforto.

Um cenário simples que trata da diferença de UX e UI dentro da vida real é quando a pessoa está em um prédio e deseja usar o elevador para subir ou descer de andar: neste caso a UI representa a estrutura do elevador como um todo, os indicadores de andar, os botões, as setas que indicam se está acima ou abaixo do andar atual, os avisos e informações sobre capacidade, entre outros possíveis itens visuais ou interativos. Por outro lado, a UX é tudo o que afeta a experiência deste usuário ao utilizar o elevador, pois ele pode se questionar onde encontrar o elevador, quantos existem, como saber quais vão para o andar que ele precisa, quanto tempo

¹ “The first requirement for an exemplary user experience is to meet the exact needs of the customer, without fuss or bother. Next comes simplicity and elegance that produce products that are a joy to own, a joy to use.”

deve esperar, se eles são espaçosos, se já estão lotados, se são barulhentos ou desconfortáveis, se são bem iluminados, se balançam durante o trajeto, se o movimento é lento ou rápido, se o sinal de rede móvel funciona durante o trajeto, se as portas abrem rapidamente, se é seguro, se a porta possui sensor que cancela o movimento de fechar ao perceber um braço ou uma pessoa passando pela porta, se é melhor ir pela escada, se a saída do prédio fica no térreo ou no primeiro andar, entre outras possíveis dúvidas.

Desta forma, UX implica em utilizar pesquisa e incluir testes com usuários reais, para garantir uma melhor satisfação do usuário. Testes sem muita pesquisa ou utilizando o usuário incorreto, pode resultar em problema de qualidade de UX.

2.1.1 Usabilidade

O foco do desenvolvimento em usabilidade é entregar um produto pensando em sua eficácia, eficiência e satisfação do usuário. Sendo assim, a usabilidade inclui o desenvolvimento de experiência do usuário, considerando aspectos que impactam a todas as pessoas de maneira proporcional (W3C, 2022). Acredita-se que entregar com mais usabilidade é algo mais complexo do que simplesmente seguir os padrões estabelecidos, por isso é muito interessante realizar testes de usabilidade, pois eles ajudam na busca por possíveis problemas.

Nielsen (2012) define a usabilidade em 5 componentes de qualidade: (1) aprendizagem, que diz respeito ao quão fácil os usuários realizam tarefas básicas na primeira vez que acessam o produto; (2) eficiência, que mede a velocidade com a qual os usuários podem executar as tarefas; (3) memorabilidade, que avalia a situação de quando o usuário retorna à interface, ou seja, se após um período sem acessá-la, com que facilidade ele relembra conceitos e funcionalidade; (4) erros, que mede quantos erros os usuários cometem, quão graves eles são e com que facilidade eles podem corrigi-los; e, (5) satisfação, o quão agradável é a interface.

Além dos atributos já mencionados, Nielsen (2012, tradução livre do autor) comenta que “Existem muitos outros atributos de qualidade importantes. Um deles é a utilidade, que se refere à funcionalidade do produto: ele faz o que os usuários precisam?”². O autor diz que usabilidade e utilidade são de igual importância e que juntas determinam se algo é útil. Basicamente não adianta ter uma interface de fácil uso, prazerosa e que contemple todos os componentes de usabilidade, se ela não atende a necessidade do usuário, assim como não adianta ter a funcionalidade desejada, se o usuário não consegue utilizá-la por algum motivo.

² “There are many other important quality attributes. A key one is utility, which refers to the design's functionality: Does it do what users need?”

2.1.2 Acessibilidade

A *web* tem como objetivo possibilitar que todas as pessoas possam acessá-la, independente da localidade, idioma, hardware ou habilidade. A W3C (World Wide Web Consortium) diz que “Acessibilidade na *web* significa que sites, ferramentas e tecnologias são projetados e desenvolvidos para que pessoas com deficiência possam usá-los.”³ (W3C, 2022, tradução livre do autor). Por isso é de extrema necessidade se atentar às necessidades que cada tipo de deficiência requer. Segundo a W3C (2022), acessibilidade na *web* engloba todos os tipos de deficiências que de certa forma afetam o acesso à *web*, são eles: auditivo, cognitivo, neurológico, físico, de fala e visual.

Vale ressaltar que para trazer acessibilidade na *web* não basta considerar apenas deficiências permanentes, mas também situações que podem ser temporárias. A W3C (2022) cita alguns exemplos que devem ser considerados na hora de aplicar acessibilidade em um projeto de software: acesso ao *website* através do celular, do relógio, da televisão ou de um dispositivo com uma tela muito pequena; idosos com suas habilidades motoras em mudança devido ao envelhecimento; pessoas com deficiências temporárias, como um braço quebrado ou sem a disponibilidade do óculos de grau no momento; pessoas com limitações situacionais, como sob luz solar intensa ou em ambiente onde não pode ouvir áudio; pessoas que usam uma conexão lenta com a internet.

Gordon (2022) traz algumas dicas para melhorar a acessibilidade na *web*. A primeira fala sobre projetar considerando o contraste das cores, já que fica muito mais fácil ler um texto com uma alta taxa de contraste entre o texto e o fundo, não só para quem tem problemas de visão, como também para os usuários com visão normal. Outra dica é fornecer *feedbacks* visuais além de mudar a cor do *input*, pois uma pessoa com daltonismo ou dificuldade visual, pode não ser capaz de diferenciar o elemento incorreto apenas pela cor, por isso é indicado mostrar um texto de resposta acompanhado de um ícone. A terceira dica serve para identificar quando um elemento está em foco ao realizar uma navegação pelo teclado, para que isso ocorra é indicado que apareça um contorno visível em volta do elemento em foco. A quarta dica diz que o texto alternativo da imagem deve ser bem robusto, já que estes serão lidos ao utilizar o leitor de tela, porém deve-se atentar ao fato de que além da leitura do texto alternativo da imagem, o narrador também irá ler a legenda logo em sequência. E, a quinta dica, é realizar testes com usuários reais.

³ “Web accessibility means that websites, tools, and technologies are designed and developed so that people with disabilities can use them.”

2.1.2.1 Diretrizes de Acessibilidade para o Conteúdo da Web

Com o objetivo de tornar a *web* acessível para todos, a W3C criou um documento denominado WCAG (do inglês Web Content Accessibility Guidelines ou Diretrizes de Acessibilidade para o Conteúdo da Web). Esse documento fornece os padrões de acessibilidade que devem ser seguidos, tendo sua primeira versão lançada em 1998, reformulada em 2008 para a versão 2.0 e hoje se encontra na versão 2.1, publicada em 2018. Desde então, a versão 2.2 está sendo desenvolvida, com data prevista de publicação no começo do ano de 2023. Além das versões mencionadas, há ainda a versão 3.0, que está em processo de desenvolvimento e já possui um rascunho publicado em dezembro de 2021 (W3C, 2022).

Os conteúdos encontrados na WCAG auxiliam principalmente os desenvolvedores e demais envolvidos no processo de desenvolvimento de páginas *web*, incluindo versões de dispositivos móveis, a tornar os *websites* ou *webapps* mais acessíveis para pessoas com deficiência, fazendo com que a navegação se torne mais simples e fácil (W3C, 2022). Contudo, aplicar as diretrizes corretamente pode beneficiar todas as pessoas, independente da habilidade ou deficiência. Sales (2018) diz que “[...] idosos, crianças em fase de pré-alfabetização, analfabetos funcionais, pessoas com uma determinada deficiência ou dificuldade temporária e usuários sem qualquer tipo de deficiência” também podem ser beneficiados com a aplicação das diretrizes WCAG.

O documento da WCAG apresenta quatro princípios básicos (WCAG, 2008):

1. **Perceptível:** as informações e os componentes da interface do usuário devem ser apresentados aos usuários de uma forma que eles possam perceber.
2. **Operável:** os componentes da interface do usuário e a navegação devem estar operacionais.
3. **Compreensível:** as informações e a operação da interface do usuário devem ser compreensíveis.
4. **Robusto:** o conteúdo deve ser robusto o suficiente para que possa ser interpretado por uma ampla variedade de agentes de usuário, incluindo tecnologias de assistência.

Os princípios seguem 12 recomendações que conduzem ao conteúdo mais acessível:

1. Fornecer alternativas de texto para qualquer conteúdo não textual.
2. Fornecer alternativas para mídia baseada em tempo.
3. Criar conteúdo que possa ser apresentado de diferentes maneiras sem perder informações ou estrutura.

4. Facilitar ver e ouvir o conteúdo.
5. Disponibilizar as funcionalidades de um teclado.
6. Fornecer tempo suficiente para ler e usar o conteúdo.
7. Não criar conteúdo de uma forma que possa causar convulsões.
8. Fornecer maneiras de ajudar na navegação e a encontrar conteúdo.
9. Tornar o conteúdo do texto legível e compreensível.
10. Fazer com que as páginas da *web* apareçam e funcionem de maneiras previsíveis.
11. Ajudar os usuários a evitar e corrigir erros.
12. Incluir tecnologias assistivas.

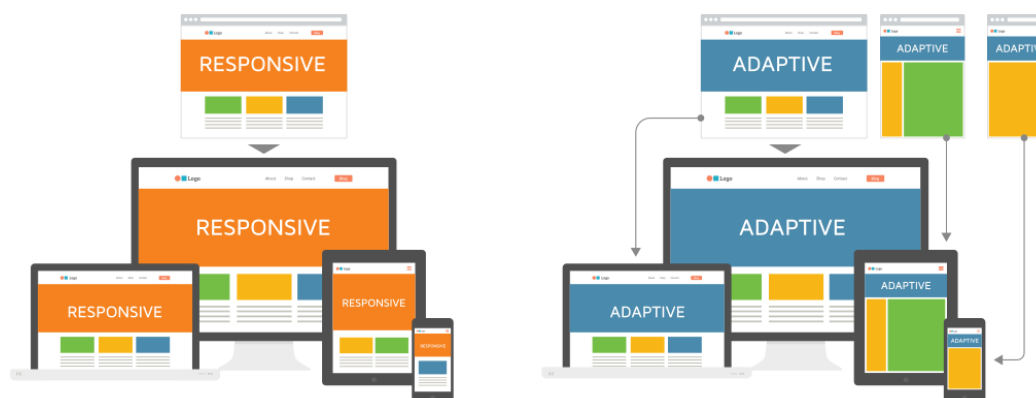
Um exemplo da relação entre princípio e recomendação pode ser: estabelecer que o texto do link faça sentido sozinho para tornar a leitura mais intuitiva. Assim, é possível traçar a relação entre o princípio Operável com a diretriz “Fornecer maneiras de ajudar na navegação e a encontrar conteúdo”.

2.2 Interfaces de Usuários Adaptativas

Uma Interface de Usuário Adaptativa (AUI) é uma interface que adapta seus elementos de acordo com os requisitos do usuário, através de dados coletados do mesmo e de forma automática. Seu principal objetivo é melhorar a interação humano-computador, citam os autores Browne, Totterdell e Norman (1990). Porém sua implementação pode acabar se tornando muito custosa, visto que é necessária a realização de muita pesquisa, de modo a entender os usuários.

Como forma de ilustrar a diferença entre interfaces responsivas e interfaces adaptativas, a Figura 1 mostra que a responsividade se trata simplesmente de uma reorganização do *layout* baseada no espaço de tela disponível, enquanto a adaptabilidade traz uma personalização do *layout* e conteúdos de forma única para aquele espaço de tela.

Figura 1 – Comparação entre interfaces responsivas e adaptativas



Fonte: (STRACHAN, 2017).

Gullà *et al.* (2014) citam quatro diferentes tipos de AUI, são eles: (1) adaptável, onde o usuário ativa ou desativa as opções; (2) adaptável com suporte do sistema, onde o usuário ativa o que ele quer ou não que o sistema tenha o controle de adaptar; (3) adaptativa com controle do usuário, onde o sistema toma a frente de adaptar automaticamente e notifica o usuário podendo ele aprovar ou não; (4) completamente adaptativa, onde todo o processo é gerido pelo sistema com base no modelo preferencial e no perfil do usuário.

Dentre os aspectos envolvidos nas AUI, Mayer *et al.* (2016) cita 3 diferentes níveis, o primeiro deles é a apresentação e eventos de entrada, que engloba configurações do teclado, uso de cores, espaçamento entre linhas e letras, entre outros. O segundo nível trata da estrutura e da gramática, como *widgets*, modalidades de entrada e saída, alfabeto de gestos e estrutura de agrupamento. Por fim, o terceiro nível, é do conteúdo e semântica, como legendas, nível de simplificação, descrição de áudio, entre outros.

Como uma dificuldade para a implementação de AUI, cita-se o longo tempo de desenvolvimento e o esforço de medir e prever as necessidades de todos os usuários, já que isso requer uma filtragem muito concisa acerca das informações coletadas. Além disso, questões de privacidade são um problema quando o usuário opta por não compartilhar os seus dados, o que pode impactar diretamente no entendimento da aplicação.

Contudo, implementar a adaptabilidade traz a vantagem do sistema se tornar mais autossustentável. O alcance dos conteúdos também é diretamente influenciado, visto que a adaptação direciona de forma mais seletiva para seus usuários.

2.3 Extensão para navegador

Uma maneira de ajudar a tornar a *web* mais acessível a todos, é através de extensões para navegador, pois elas possibilitam não só a adição de novas funcionalidades, como também a adaptação de algo que já existe na página. Extensões são pequenos programas de software que personalizam a experiência de navegação. As extensões permitem que os usuários adaptem a funcionalidade e o comportamento do navegador às necessidades ou preferências individuais.

Portanto, é necessário saber utilizar tecnologias de desenvolvimento para *web*, como HTML, JavaScript e CSS, para desenvolver uma extensão. O processo de desenvolvimento de uma extensão para navegador é feito em dois módulos, o primeiro serve para manipular os elementos da interface, armazenar dados e configurações, enquanto o segundo serve para exibir a extensão para que o usuário possa interagir.

Existem diversos propósitos para a criação de uma extensão, “[...] extensões podem adicionar novas funcionalidades para o navegador, ou mudar sua aparência, ou o conteúdo de páginas particulares” (MOZILLA, 2022). Ainda, segundo a Google (2018, tradução livre do autor), “Uma única extensão pode incluir vários componentes e uma gama de funcionalidades, desde que tudo contribua para um propósito comum.”⁴. Sendo assim, extensões devem ter apenas um propósito bem definido e de fácil entendimento, mas isso não significa que ela deve disponibilizar apenas uma funcionalidade.

2.3.1 Boto

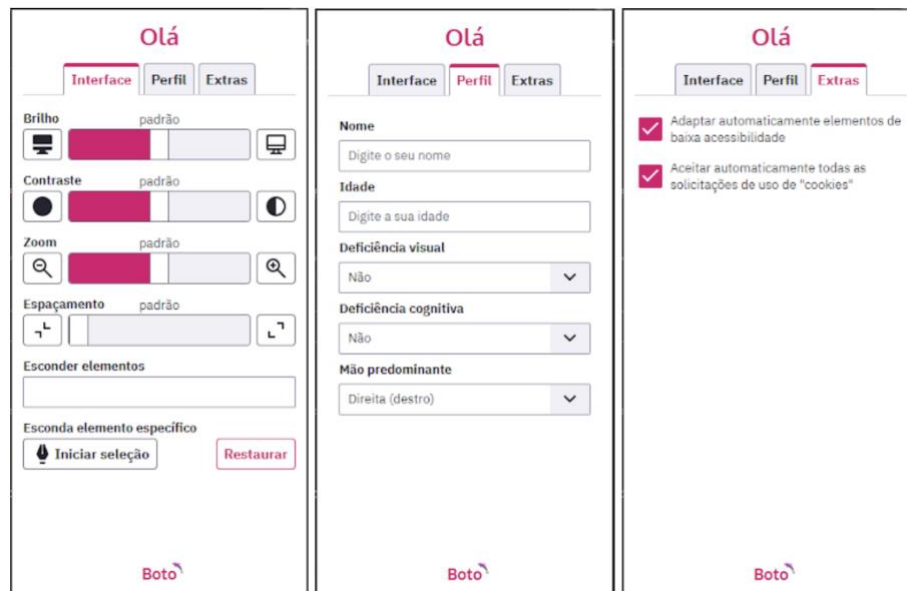
O Boto é uma extensão que possibilita melhorar a experiência das pessoas ao navegarem pela *web*, principalmente aos que possuem algum tipo de necessidade. Além disso, a adaptação automática de interfaces também busca facilitar a vida dos desenvolvedores, já que eles não precisarão se preocupar em desenvolver interfaces adaptativas, visto que a aplicação já adapta a interface com base no perfil do usuário detectado ao inicializar a extensão (SOUZA e BAGATINI, 2020). Os autores citam que o desenvolvimento do Boto foi projetado obedecendo as normas de acessibilidade da WCAG (2008) e da e-MAG (2014).

O funcionamento e interação da aplicação ocorre através da extensão para o Google Chrome, podendo ser acessada ao clicar no ícone do Boto na barra de extensões. Ao abrir a extensão pela primeira vez, o usuário se depara com um questionário, o qual ele pode ou não

⁴ “A single extension can include multiple components and a range of functionality, as long as everything contributes towards a common purpose.”

informar seu nome, idade, se possui alguma dificuldade de visão para perto, se possui deficiência cognitiva e definir sua mão predominante. Após isso, o usuário consegue visualizar as abas da aplicação de “Interface”, “Perfil” e “Extras” (Figura 2).

Figura 2 – Extensão Boto em suas três abas disponíveis



Fonte: (SOUZA e BAGATINI, 2020).

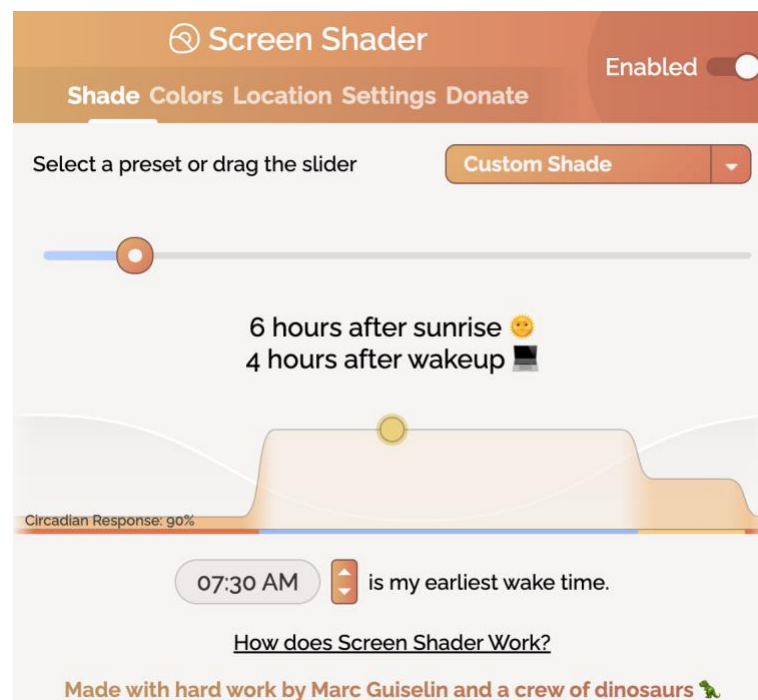
Na aba “Interface”, o usuário tem livre arbítrio para alterar todas as configurações, desde as mais simples, como brilho e contraste, até funcionalidades mais complexas, como o botão “Esconder elemento específico”, onde ao clicar nesse botão, o usuário pode clicar em qualquer elemento da página para poder ocultá-lo. Na aba “Perfil”, o usuário pode visualizar e alterar os mesmos dados do questionário, que servem como base para adaptar automaticamente as configurações de interface. Já na aba “Extras”, é possível ativar ou desativar a adaptação automática de elementos de baixa acessibilidade, que basicamente corrige níveis de contraste que estão abaixo do nível mínimo, além de poder ativar a opção de aceitar automaticamente todas as solicitações do uso de *cookies*.

2.3.2 Soluções similares (aplicações de mercado)

Além do Boto, existem hoje diversas outras extensões que visam auxiliar os usuários através de personalizações de acessibilidade. Embora estas não sejam adaptativas, mas sim adaptáveis, foram instaladas e analisadas três extensões de diferentes propósitos, a fim de auxiliar na construção do conhecimento e entender as necessidades que seus usuários possuem.

A primeira delas é a “Screen Shader” (Figura 3), uma extensão para Chrome que está focada na diminuição da fadiga ocular e na facilidade de adaptação ao ciclo do dia e noite. Esta extensão tem como preocupação principal proteger os usuários da luz azul nociva, que tende a interferir principalmente no período noturno, acarretando um ciclo do sono de pouco descanso. Para isso, são disponibilizadas diversas opções de personalização, desde adaptação de configurações baseada no horário que o usuário acorda, seu perfil e horário do nascer e pôr do sol, até uma total autonomia nas configurações de níveis de brilho noturno e diurno, cor principal, nível de sombra, entre outras.

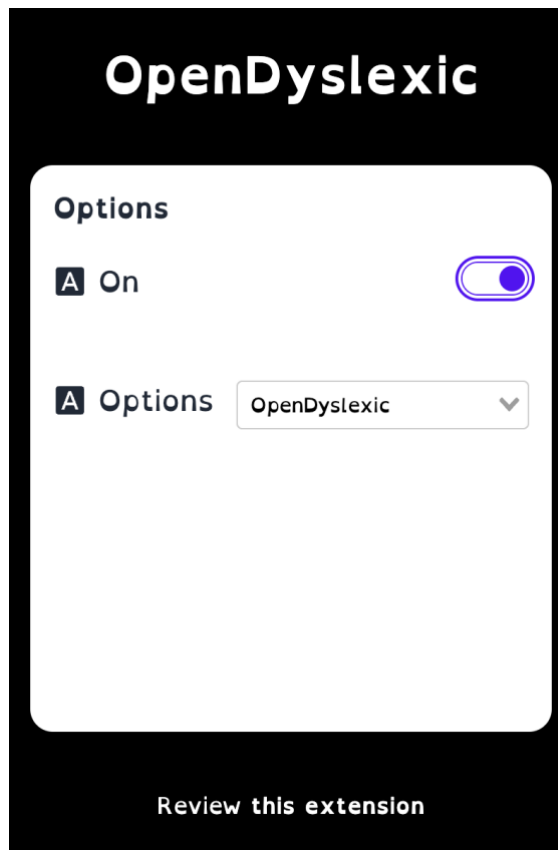
Figura 3 – Extensão Screen Shader



Fonte: <https://chrome.google.com/webstore/detail/screen-shader-smart-scre/fmlboobidmkelggdainpknloccojppi/>

Outra extensão para Chrome que busca promover a acessibilidade é a “OpenDyslexic” (Figura 4), que busca melhorar a experiência de leitura de usuários com dislexia. Para isso, a extensão altera todas as fontes utilizadas nos textos da página, além de formatar essas páginas, facilitando a leitura. A interface é bastante simples e fácil de utilizar, ela conta com o nome do aplicativo no topo, seção de configurações da funcionalidade que permite ativá-la e desativá-la, além de disponibilizar as opções de texto normal, negrito ou itálico.

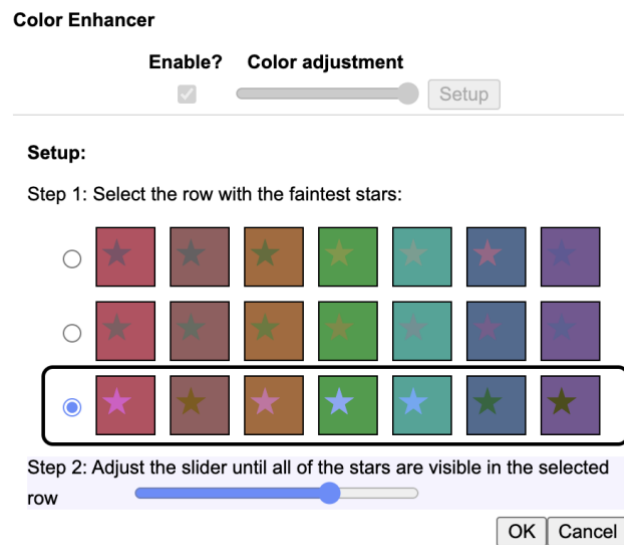
Figura 4 – Extensão OpenDyslexic



Fonte: <https://chrome.google.com/webstore/detail/opendyslexic-for-chrome/cdnapgjfjopgaggbmfgbiinmmmbdcglnam>

Por último, a extensão “Color Enhancer” (Figura 5) traz como objetivo melhorar a diferenciação das cores para usuários com algum tipo de daltonismo. Sua interface é bastante intuitiva, tendo um botão de habilitar e desabilitar a função, um *slider* que serve para mudar sua intensidade e um botão de configuração. O botão de configuração leva o usuário a uma espécie de reconhecimento, onde ele avalia através de duas etapas o tipo e a intensidade do daltonismo deste usuário. Durante o reconhecimento, o usuário escolhe qual das linhas apresenta maior dificuldade de diferenciação das cores e, após isso, arrasta o *slider* até o momento em que ficar mais confortável de visualizar.

Figura 5 – Extensão Color Enhancer



Fonte: <https://chrome.google.com/webstore/detail/color-enhancer/ipkjmjaledkapilfdigkgfmpekpfnkih/>

As funcionalidades e melhorias que uma só extensão pode entregar são incríveis, contudo, muitas vezes faltam algumas facilitações para os usuários, principalmente havendo a necessidade do uso conjunto de duas ou mais extensões que se complementam no mesmo objetivo.

2.4 Testes de *software*

A realização de testes consiste na validação do *software* e é uma das principais etapas dentro do processo de garantia de qualidade do projeto. Hooda e Chhillar (2015) citam que o principal fator para garantir a qualidade é validar o comportamento e a funcionalidade planejados e, para isso, os testes funcionais são fundamentais, já que eles servem para realizar testes através dos caminhos desejados e alternativos.

Segundo os autores, dentre os testes funcionais, existem diversos subtipos de testes, tais como: (1) testes unitários, que servem para que o desenvolvedor possa testar seu código; (2) testes de integração, que testa a comunicação entre dois ou mais módulos implementados, garantindo que eles se conectam corretamente; (3) testes de regressão, que servem para garantir que todo o sistema continua funcionando corretamente após alterações no código, como correções de problemas ou implementação de nova funcionalidade; (4) testes de caixa branca, o qual serve para validar o código como um todo, desde linhas de código, lógica, estrutura, funções, entre outros aspectos; (5) testes de caixa preta, onde o testador aplica testes de caminhos positivos e negativos na aplicação esperando que o resultado esteja correto.

2.4.1 Testes de usabilidade

Os testes de usabilidade servem para validar um projeto de forma prática, através do comportamento real do usuário. Seus principais objetivos podem ser diferentes dependendo do projeto, mas geralmente incluem: identificar problemas, descobrir oportunidades de melhoria e aprender sobre as preferências e comportamentos do usuário (MORAN, 2019).

Para organizar os testes de usabilidade, recomenda-se iniciar pela elaboração de um plano de testes, pois ele vai servir como guia para garantir o foco no objetivo dos testes e que todos eles sejam conduzidos em condições consistentes e similares (ROCHA e BARANAUSKAS, 2003). Com base nesse plano, estrutura-se um roteiro para a condução dos testes (*script*), que segundo Krug (2014), inclui as seguintes etapas: (1) Apresentação: onde é feita a apresentação do teste e leitura do termo de consentimento; (2) Ambientação: etapa em que é realizado um teste de compreensão, visto que o usuário receberá acesso à interface para navegar livremente; (3) Tarefas-chave: momento em que o usuário terá que realizar as tarefas pré-definidas, tendo sua avaliação classificada em nível de problemas; (4) Encerramento: finalização da sessão com comentários e sugestões por parte do entrevistado.

A classificação de problemas mencionada na etapa de tarefas-chave pode ser aplicada como ruído, obstáculo ou barreira (ROCHA e BARANAUSKAS, 2003). O ruído ocorre quando o participante enfrenta uma pequena interrupção na conclusão da tarefa. O obstáculo acontece quando o participante precisar dedicar mais tempo para realizar a tarefa e manifesta certa dúvida ou confusão. Já a barreira caracteriza uma impossibilidade do participante em concluir a tarefa.

Como forma de evidenciar o resultado dos testes de usabilidade, destaca-se a possibilidade de apresentar o caminho percorrido pelo entrevistado, com sua classificação de problemas, comentários e sentimento durante a execução de cada tarefa através de mapas de jornada (KALBACH, 2017). Estes mapas de jornada se aplicam principalmente à etapa de tarefas-chave.

2.5 Considerações do capítulo

Os estudos apresentados neste capítulo mostram a atenção em garantir uma melhor experiência de usuário para todos, independente de sua idade, idioma e capacidades. Alguns autores ressaltam que só é possível trazer acessibilidade quando há uma união entre estudos e análise do perfil de seus usuários e não apenas de um *feedback*. Além disso, através do estudo

sobre as diretrizes de acessibilidade para o conteúdo *web*, é possível perceber que o cuidado com diretrizes e recomendações no projeto proporcionam ampliar o uso de uma a aplicação.

Desta forma, AUI torna-se um tópico de pesquisa cada vez mais explorado, necessário e aplicado. De 2020, ano em que o Boto foi desenvolvido, até os dias de hoje, foram desenvolvidos diversos trabalhos na área, o que evidencia o interesse que as pessoas têm por AUI.

No contexto extensões para navegador, destaca-se a estratégia de possibilitar aos usuários alterarem ou melhorarem um *website* de acordo com seus objetivos. As aplicações apresentadas são exemplos de personalização, pois fornecem ferramentas que auxiliam o usuário a ter uma melhor experiência de navegação. Destaca-se o Boto neste cenário, por trazer um projeto promissor, que abrange não só um tema de acessibilidade, mas também AUI em uma só ferramenta, capaz de se adaptar automaticamente com base nas informações fornecidas pelo usuário.

3 METODOLOGIA

Este capítulo descreve a metodologia e os procedimentos metodológicos definidos para o trabalho. Iniciando pela caracterização da pesquisa, bibliometria (quantitativa e qualitativa), método e procedimentos.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Em relação ao objetivo, a pesquisa é tanto exploratória quanto descritiva, a partir de levantamento bibliográfico sobre o tema de pesquisa e entrevistas com pessoas de diferentes perfis, a fim de entender suas necessidades na utilização do Boto (GIL, 1991).

O ambiente de pesquisa é de campo, sendo analisadas as necessidades de usuários, tendo pessoas com deficiência, como, por exemplo, autismo, pessoas de diferentes faixas etárias, pessoas com dificuldade de visão, pessoas com dificuldade de movimento das mãos ou dedos e pessoas com diferentes níveis de conhecimento sobre o uso do computador e de aplicações. Os dados coletados nas entrevistas são analisados juntamente com as diretrizes de acessibilidade e materiais da área de Interface Humano-Computador (IHC) com o objetivo de aprimorar a aplicação. Assim, o ambiente também é de laboratório, pois o Boto foi validado a fim de cumprir com as diretrizes estabelecidas.

A natureza da pesquisa é qualitativa, pois foram realizados estudos focados, principalmente, quanto aos assuntos interfaces adaptativas e acessibilidade, a fim de compreender as principais dificuldades que os usuários encontram ao navegar na *web*.

Durante a pesquisa, foi realizada uma bibliometria quantitativa, que tem como objetivo o levantamento do número de publicações que possuem ligação com o tema de pesquisa proposto. Também, é apresentada a bibliometria qualitativa, para a realização da síntese de artigos relacionados à pesquisa e análise comparativa destes trabalhos.

3.2 Bibliometria quantitativa

Para a elaboração da bibliometria quantitativa foram utilizadas as bases de dados Science Direct, Web of Science, Scopus e Google Scholar. Os termos pesquisados em todas as áreas de pesquisa no período de 2018 a 2023 foram: “*Adaptive Interface*”, “*User Experience*” e “*Accessibility*”. O tipo de material pesquisado foi artigo. Os resultados apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, representam as buscas feitas em cada uma das bases de dados de forma

separada. Em seguida, na Tabela 5 são apresentados os resultados da bibliometria quantitativa realizada através da união dos 3 termos utilizados em todas as bases.

Tabela 1 – Bibliometria quantitativa na base Science Direct

Science Direct	<i>“Adaptive Interface”</i>	<i>“User Experience”</i>	<i>“Accessibility”</i>
<i>“Adaptive Interface”</i>	221	46	60
<i>“User Experience”</i>	-	17.096	6.041
<i>“Accessibility”</i>	-	-	429.775

Fonte: Pesquisa realizada em 16 de julho de 2023.

Tabela 2 – Bibliometria quantitativa na base Web of Science

Web of Science	<i>“Adaptive Interface”</i>	<i>“User Experience”</i>	<i>“Accessibility”</i>
<i>“Adaptive Interface”</i>	217	16	2
<i>“User Experience”</i>	-	141.540	617
<i>“Accessibility”</i>	-	-	93.125

Fonte: Pesquisa realizada em 16 de julho de 2023.

Tabela 3 – Bibliometria quantitativa na base Scopus

Scopus	<i>“Adaptive Interface”</i>	<i>“User Experience”</i>	<i>“Accessibility”</i>
<i>“Adaptive Interface”</i>	2.294	294	156
<i>“User Experience”</i>	-	64.745	5.053
<i>“Accessibility”</i>	-	-	206.897

Fonte: Pesquisa realizada em 16 de julho de 2023.

Tabela 4 – Bibliometria quantitativa na base Google Scholar

Google Scholar	<i>“Adaptive Interface”</i>	<i>“User Experience”</i>	<i>“Accessibility”</i>
<i>“Adaptive Interface”</i>	1.870	469	1.430
<i>“User Experience”</i>	-	179.000	17.000
<i>“Accessibility”</i>	-	-	1.980.000

Fonte: Pesquisa realizada em 16 de julho de 2023.

Tabela 5 – Bibliometria quantitativa de conjunto nas quatro bases selecionadas

Busca	Science Direct	Web of Science	Scopus	Google Scholar
<i>“Adaptive Interface”</i> AND <i>“User Experience”</i> AND <i>Accessibility</i>)	15	0	51	418

Fonte: Pesquisa realizada em 16 de julho de 2023.

Ao observar a Tabela 5, destaca-se que a base Web of Science não obteve resultado algum, enquanto Science Direct e Scopus retornaram uma quantidade de 15 e 51, respectivamente. A Google Scholar obteve 418 resultados, o que demonstra o interesse por esses temas.

3.3 Bibliometria qualitativa

Com o intuito de selecionar os trabalhos que teriam uma melhor contribuição na fundamentação do presente trabalho, foram considerados alguns critérios de descarte, e o primeiro deles foi alterar o período de busca de 2018-2023 para 2020-2023. Logo após, foi feita uma seleção baseada no título dos trabalhos, permanecendo 26 artigos para a análise. Por fim, foram abordados os 3 artigos de maior interesse, selecionados a partir de seus resumos. O primeiro deles, “*Adaptive user interfaces and universal usability through plasticity of user interface design*” de Miraz, Ali e Excell (2021), encontrado nas bases Science Direct, Scopus e Google Scholar, é uma revisão da implementação de usabilidade universal utilizando técnicas de *design* de interfaces de usuário dinâmicas, abordando pesquisas de mais de 55 anos, incluindo os primeiros trabalhos feitos nesta área. O segundo artigo, “*A Long-Term Evaluation of Adaptive Interface Design for Mobile Transit Information*” de Romero *et al.* (2020), encontrado nas bases Scopus e Google Scholar, busca entender se o uso de uma AUI que reduz o esforço de interação do usuário pode melhorar sua experiência a longo prazo. O último artigo, “*A Toolkit for Building More Adaptable User Interfaces for Vision-impaired Users*” de Luy *et al.* (2021), encontrado nas bases Scopus e Google Scholar, busca desenvolver e validar uma ferramenta de AUI focada em usuários com deficiência visual. A seguir, são apresentadas as sínteses dos artigos selecionados.

3.3.1 Adaptive user interfaces and universal usability through plasticity of user interface design

O artigo de revisão, apresentado por Miraz, Ali e Excell (2021), tem como objetivo discutir a implementação de usabilidade universal que utiliza técnicas de *design* de interface de usuário dinâmica. Para isso, são utilizadas pesquisas de mais de 55 anos, desde os primeiros trabalhos feitos na área. As pesquisas se baseiam em três temas centrais: (i) o estabelecimento histórico e atual estado da usabilidade universal do *design* de UI; (ii) revisar o progresso histórico e o estado atual da plasticidade do *design* de UI; (iii) a facilitação de desenvolvimento de UI universal através de mecanismos de adaptação. O domínio da pesquisa está relacionado a IHC, mais especificamente na computação ubíqua ou pervasiva, *design* de UI, usabilidade e plasticidade de *design* de UI. O processo de busca foi realizado em 13 diferentes bases de dados, utilizando os seguintes termos: *Dynamic UI design*, *Plasticity*, *Adaptive User Interface*, *Adaptation*, *Adaptability*, *Adaptivity*, *Universal Usability*, *Inclusivity* e *Inclusive Design*. O

período utilizado na busca foi de 1960 a 2015, e após devida seleção baseada em critério de exclusão resultou em 165 pesquisas, as quais foram utilizadas. Os autores relatam, a partir do levantamento realizado, que a grande maioria das AUI são projetadas para aplicativos de computador baseados na *web*, embora os primeiros trabalhos na área incluíam tornar jogos de computador acessíveis para usuários com deficiência. Com o tempo, entendeu-se que a adaptação das interfaces deveria ser feita com base no comportamento do usuário e seus padrões de navegação, e não em seu *feedback*. Com base nisso, também foi observado pelos autores que AUI mais atuais utilizam o comportamento do usuário em conjunto com uma base de conhecimento de suas características para se adaptar. Como resultados, o estudo relata a experiência que os autores tiveram em relação à maioria dos trabalhos revisados, sugere a necessidade de uma maior atenção quanto à usabilidade intercultural, pois até o momento, não têm sido esse o foco principal das pesquisas de usabilidade universal. Entende-se que para tornar uma interface adaptativa simultaneamente para usuários de diferentes origens culturais, será necessário um maior nível de adaptação. Levando em conta todos estes fatores, mas o poder dos princípios da plasticidade do *design* de UI, uma ferramenta ideal para alcançar essa usabilidade intercultural.

3.3.2 A Long-Term Evaluation of Adaptive Interface Design for Mobile Transit Information

O artigo, apresentado por Romero *et al.* (2020), tem como objetivo entender se uma AUI que reduz o esforço de interação do usuário pode melhorar sua experiência a longo prazo, especificamente, como a adaptação poderia ajudar usuários com deficiência quando acessando uma página com muitos dados através de dispositivo móvel. Para isso, os autores projetaram o Tiramisu, um aplicativo de trânsito, móvel e adaptável, que mostra informações de chegada de ônibus. Com base no aplicativo, foi possível executar um estudo A/B, que consistiu em comparar o resultado de dois grupos de participantes em diferentes condições randomicamente aplicadas ao instalar o aplicativo, este estudo foi conduzido durante o período de 18 meses, e contou com 2.616 usuários. Os autores comentam que tiveram algumas limitações e efeitos inesperados ao decorrer do estudo, como usuários alternando entre utilizar conduções adaptativas ou não. Embora o modelo tenha obtido uma precisão de 83%, os autores afirmam a necessidade de estudos mais aprofundados, visto que consideram que o conjunto de dados coletados pode ser aperfeiçoado. Ao comparar a taxa de abandono de usuários que utilizaram o aplicativo sob condições adaptativas e não adaptativas, o estudo mostrou que não há uma

diferença significativa entre eles, visto que ambos tendem a abandonar o uso do aplicativo em proporções muito consistentes e semelhantes. Os autores mencionam que o motivo dos abandonos pode ter sido na verdade uma mudança de emprego ou conclusão de curso que fez com que a pessoa simplesmente mudasse de cidade, assim perdendo o acesso ao aplicativo. Embora esse estudo tenha mostrado resultados confiáveis para prever o abandono de aplicativos, ele não explica sobre a qualidade da adaptação e da experiência do usuário. Como conclusão, os autores entendem que para construir uma melhor interface de usuário adaptativa, são necessárias informações mais robustas juntamente de *feedback* dos usuários. Desta forma, é possível realizar o ajuste dos modelos de *machine learning* e demais mecanismos de adaptação, assim como entender melhor o motivo pelo qual os usuários abandonam o aplicativo. No entanto, afirmam os autores que tal cenário impõe certos desafios, devido ao longo prazo que essa avaliação requer, pois os usuários dificilmente irão se manter motivados por tanto tempo a ponto de continuar a fornecer um *feedback*.

3.3.3 A Toolkit for Building More Adaptable User Interfaces for Vision-impaired Users

O artigo apresentado por Luy *et al.* (2021), traz como objetivo desenvolver e validar um conjunto de componentes de interface *web* adaptáveis para usuários com deficiência visual, visando melhorar sua acessibilidade. O público-alvo deste estudo foram usuários com daltonismo, visão fraca e usuários com dislexia. Ao utilizar a aplicação em um *website* existente, foi possível perceber um alto nível de adaptação, principalmente no esquema de cores, configurações de *layout*, fonte e imagens. Para o desenvolvimento do trabalho, os autores utilizaram duas personalizações principais, cor e fonte, pois afirmam ter um impacto maior em relação a outros elementos. Dentre as funcionalidades, cita-se: texto adaptável, botão adaptável, campo de texto adaptável, *link* adaptável. Como base do estudo, foi usada a WCAG, para as principais seções do menu de acessibilidade, como: temas de cores, configurações de fonte, diferenciar sem cor e configurações de imagem. A aplicação foi avaliada por meio de um teste que utilizava usuários com diferentes níveis de deficiência visual, com o objetivo de entender quais limitações afetam aplicações que suportam UIs adaptáveis e adaptativas (como o grau e o tipo de acessibilidade exigido pelos usuários é determinado) e se a aplicação desenvolvida impacta a acessibilidade do usuário. Por conta da pandemia da COVID-19, os autores alegam que foi difícil encontrar participantes que tivessem as características necessárias, então para poder realizar a validação de contraste de cores, foi feita uma simulação de daltonismo através de *plugins* e filtro de cores. No total, quatorze participantes fizeram parte da avaliação, com

múltiplos níveis de daltonismo combinados de múltiplos níveis de visão parcial. Os testes foram conduzidos em um *website* conhecido e seus resultados trouxeram números satisfatórios, visto que o site adaptado era muito mais acessível do que o site original, para quase todas as diretrizes de deficiência visual do W3C. Para o quesito contraste, 80% dos usuários classificaram como nota máxima, já em diferenciar sem cor, 64,3% classificaram como nota máxima. Em relação ao tamanho de texto os resultados foram de 78,6% classificando com nota máxima. Uma limitação salientada pelos autores foi a falta de envolvimento real do usuário que passou pelo teste. Como conclusão, os participantes do teste acharam a funcionalidade do menu de configurações de acessibilidade útil, uma vez que estavam apenas simulando uma deficiência visual. Como trabalhos futuros, os autores indicam a incorporação de um maior número de participantes com deficiência visual, a fim de obter um entendimento mais preciso de experiência ao utilizar AUI.

3.3.4 Quadro comparativo

O Quadro 1 mostra um comparativo das principais características dos trabalhos relacionados. Os critérios definidos para comparação foram: objetivo, público-alvo, temas abordados e resultados.

Quadro 1 – Comparativo dos trabalhos relacionados

Autores	Objetivo	Público-alvo	Temas Abordados	Resultados
Miraz, Ali e Excell (2021)	Buscar e resumir as informações dos últimos 55 anos que tratam sobre implementação de usabilidade universal que utiliza técnicas de <i>design</i> de interface de usuário dinâmica.	Pessoas em geral, mas com ênfase nos que possuem interesse em UI dinâmica.	UI, <i>design</i> de UI dinâmica, plasticidade, AUI, usabilidade universal, <i>design</i> de interação, <i>design</i> inclusivo, <i>design</i> para todos.	Se faz necessária uma maior atenção quanto à usabilidade intercultural, pois até o momento, não têm sido esse o foco principal das pesquisas de usabilidade para todos.
Romero et al. (2020)	Entender se uma AUI que reduz o esforço de interação do usuário pode melhorar sua experiência a longo prazo.	Pessoas no geral, mas com foco em deficientes visuais.	AUI, sistemas móveis, acessibilidade, transporte.	Para construir uma melhor AUI, são necessárias informações mais robustas em conjunto com <i>feedback</i> dos usuários, porém fazer isso requer

				certos desafios devido ao longo prazo que a avaliação requer.
Lui et al. (2021)	Desenvolver e validar um conjunto de componentes de interface <i>web</i> adaptáveis para usuários com deficiência visual, visando melhorar sua acessibilidade.	Pessoas no geral, mas com foco em deficientes visuais.	IHC, AUI, acessibilidade, deficiência visual, UI personalizada.	Os participantes do teste acharam a funcionalidade do menu de configurações de acessibilidade útil, uma vez que estavam apenas simulando uma deficiência visual.
Este trabalho	Identificar e desenvolver novas funcionalidades para a extensão Boto, com o intuito de melhorar a acessibilidade das interfaces <i>web</i> .	Pessoas no geral, mas com foco em usuários com dificuldades específicas, como visão e motora.	UX, Usabilidade, Acessibilidade, AUI, Extensão para navegador.	Novas funcionalidades para o Boto que possibilitam adaptar a navegação na <i>web</i> , conforme o perfil e com o controle do usuário.

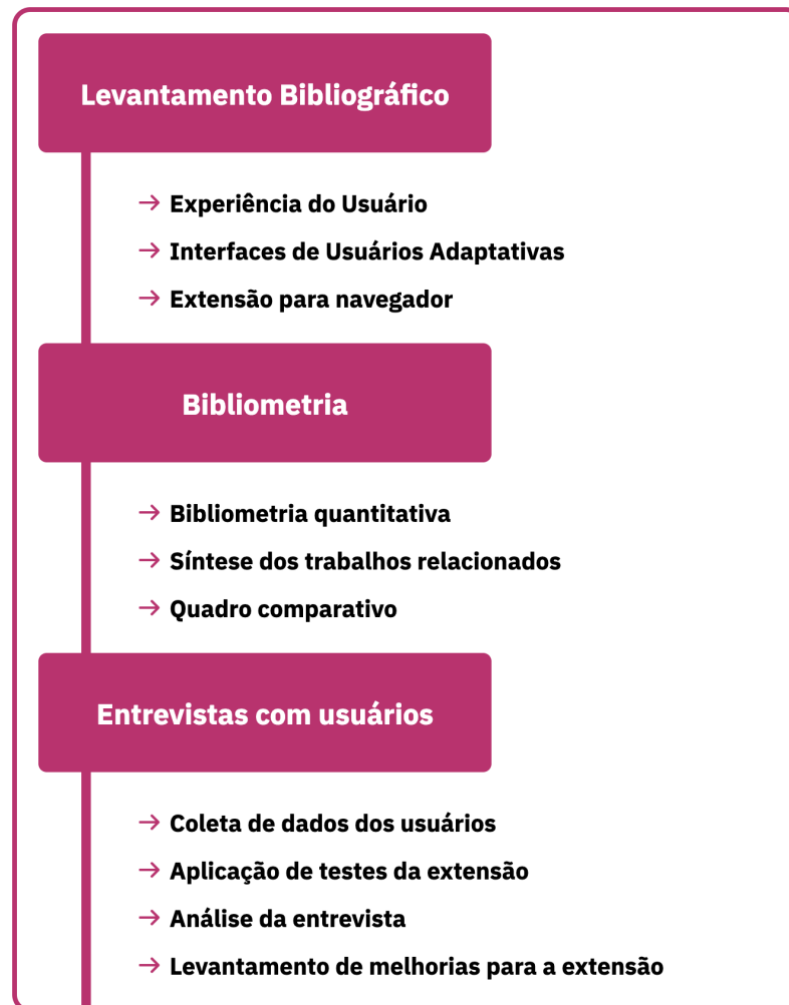
Fonte: Autores (2022).

Por meio do estudo realizado foi possível observar que todos os artigos possuem como propósito tornar a *web* mais acessível. Além disso, todos eles discutem os principais temas abordados neste trabalho: AUI, UX e Acessibilidade. Enquanto o primeiro artigo traz um compilado de informações relevantes no estudo de AUI, o segundo e terceiro trabalhos apresentam o desenvolvimento e aplicação de testes com usuários reais sobre aplicações de AUI. Embora esses tenham sido relevantes para o estudo do tema, não foi possível traçar um comparativo direto com o Boto, visto que são aplicações com propósito diferente. Como considerações, observa-se certa dificuldade no levantamento de dados e estudos que permitam abordar resultados mais consistentes sobre a relação da AUI e Acessibilidade, contudo AUIs têm se mostrado bastante satisfatórias quando avaliadas pelos usuários.

3.4 Método e procedimentos

As Figuras 6 e 7 exibem os procedimentos metodológicos para desenvolvimento deste trabalho. Enquanto a primeira etapa tem um foco mais voltado à pesquisa, a segunda etapa é mais voltada ao desenvolvimento e validações.

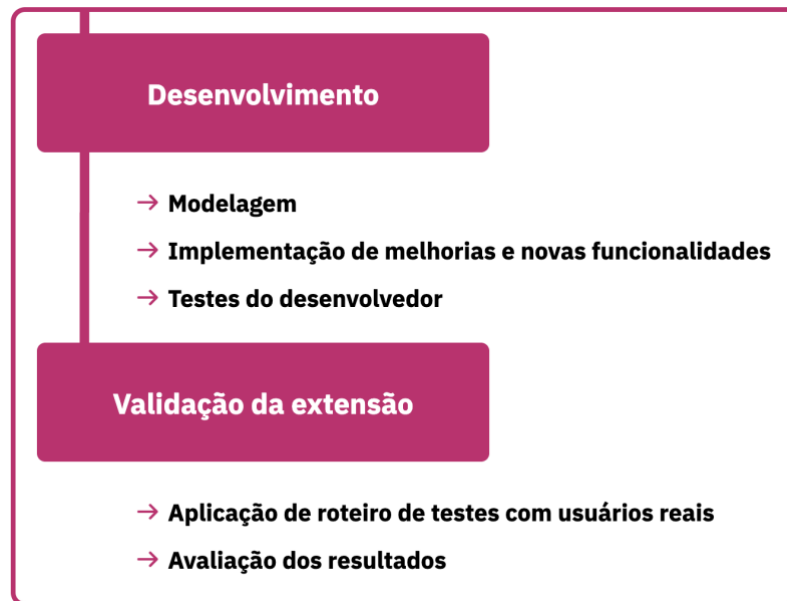
Figura 6 – Procedimentos metodológicos (Etapa 1)



Fonte: Autores (2022).

Na primeira parte deste trabalho (Figura 6) foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de fundamentar o conhecimento nos assuntos envolvidos ao trabalho proposto. Os tópicos explorados na pesquisa consistem em Experiência do Usuário, usabilidade, acessibilidade, Interfaces de Usuário Adaptativas, extensão para navegador, extensão Boto e extensões similares. Em seguida foi feito um levantamento de trabalhos relacionados, através da bibliometria quantitativa e da bibliometria qualitativa, seguida da síntese dos trabalhos relacionados e comparação quanto a seus objetivos, temas abordados e conclusões. Por fim, foram realizadas entrevistas, com o objetivo de analisar e validar a eficácia da extensão Boto em funcionamento, sendo possível, assim, definir o levantamento de melhorias propostas para a extensão.

Figura 7 – Procedimentos metodológicos (Etapa 2)



Fonte: Autores (2022).

Na segunda parte do trabalho (Figura 7), foram modeladas, desenvolvidas e testadas as melhorias e novas funcionalidades indicadas para o Boto. Por fim, foram realizados testes de usabilidade com usuários reais, com o intuito de validar o desempenho da nova versão da extensão e a capacidade do Boto de adaptar as interfaces de acordo com o perfil do usuário.

4 MELHORANDO A ACESSIBILIDADE DAS INTERFACES *WEB* COM O USO DO BOTO

Este capítulo começa com a realização de entrevistas iniciais com os usuários, com o objetivo de compreender as dificuldades que eles enfrentam ao navegar na *web*. Em seguida, são discutidos os dados obtidos nessas entrevistas, que levaram à proposta de melhorias e novas funcionalidades implementadas para o Boto. Além disso, é fornecida uma visão geral do Boto, juntamente com os ajustes e novas funcionalidades implementadas. Por fim, são apresentados os testes realizados e a validação obtida junto aos usuários.

4.1 Entrevistas iniciais

Com o objetivo de obter uma compreensão mais aprofundada sobre como o público-alvo utiliza o Boto e se ele atende às suas necessidades, foi fundamental observar os usuários em ação. Assim, para definir as melhorias e novas funcionalidades para a extensão, foram realizadas três entrevistas com usuários. As seções 4.1.1 e 4.1.2 apresentam informações sobre os perfis dos usuários participantes, o roteiro utilizado durante as entrevistas e os resultados obtidos.

4.1.1 Levantamento de perfis

Para que as entrevistas contemplassem diferentes visões, foram convidadas pessoas de faixa-etárias distintas, porém todas com algum grau de deficiência visual, já que grande parte das funcionalidades presentes no Boto contempla adaptações que auxiliam a enxergar melhor. Vale ressaltar, que para preservar a identidade dos participantes, os nomes mencionados no texto são fictícios (Quadro 2).

Quadro 2 – Lista de participantes na entrevista

Nome	Idade	Profissão	Tempo diário de uso do computador	Website favorito
Ester	23	Gestora de redes sociais	2h	Pinterest
Gabriel	37	Engenheiro civil	10h	Reddit
Silvia	48	Empresária	1h	Facebook

Fonte: Autores (2022).

A primeira participante, Ester, é estudante de história, tem 23 anos e trabalha com *marketing* digital. Grande parte de seu trabalho é realizado no celular, porém ela utiliza o computador quase todos os dias para lazer e para estudos. O segundo participante, Gabriel, é formado em Engenharia Civil, tem 37 anos e atua em sua área de formação, utilizando o computador diariamente para projetos do trabalho. A terceira participante, Silvia, é formada em Ciências Sociais, tem 48 anos e possui uma loja de roupas. Silvia pouco utiliza o computador, geralmente para acessar o *software* de gestão de sua empresa ou para acessar o Facebook.

Os participantes foram selecionados por conveniência, ou seja, buscando atender pessoas que possuam algum tipo de deficiência ou dificuldade ao acessar páginas na *web*, neste caso os três entrevistados possuem problema de visão.

4.1.2 Coleta de dados e resultados

Com o auxílio de um roteiro, as entrevistas foram conduzidas em um computador com monitor de 27 polegadas, *mouse*, teclado e cadeira ergonômica, proporcionando um ambiente adequado para todos os entrevistados. O roteiro utilizado encontra-se no APÊNDICE A, e consiste em 3 etapas: (1) apresentação, na qual ambos se conhecem e o entrevistador explica a entrevista; (2) tarefas-chave, em que o entrevistado realiza algumas atividades que são propostas; (3) encerramento, que é a finalização e agradecimento. Cada entrevista durou cerca de 20 minutos.

Com a extensão instalada, foi iniciada a entrevista pela apresentação. Todos os entrevistados afirmaram possuir deficiência visual para enxergar de perto e, somente o Gabriel, sabia o que era o termo extensão para navegador. Após uma breve explicação sobre extensão, por parte do entrevistador, Ester lembrou-se que já utilizava algumas extensões, porém não sabia o que era apenas por nome.

Na próxima etapa da entrevista, a primeira atividade foi acessar a extensão Boto e preencher o questionário inicial. Durante a execução da atividade, foi possível observar algumas dificuldades que os usuários tiveram com o questionário, como: falta de foco no campo de resposta ao avançar a etapa, impossibilidade de avançar utilizando a tecla “Enter” e tamanho da extensão e textos muito pequenos sem a possibilidade de alterar.

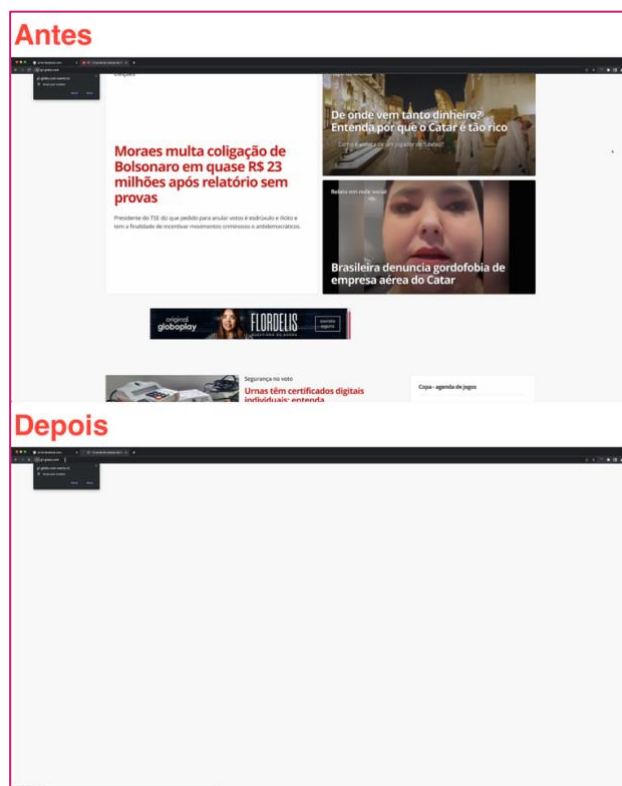
Ainda nessa primeira etapa, os usuários demonstraram satisfação ao observarem as mudanças e adaptações automáticas ocorrendo na página assim que preenchiam seus dados no questionário. Eles ficaram surpresos ao ver o impacto imediato das suas interações. A participante Ester comentou:

“Que legal, parece mágica, eu simplesmente respondi as perguntas e tudo mudou.” (Ester).

A segunda atividade consistiu em abrir o Boto novamente na aba “Interface” e modificar cada uma das configurações conforme interesse. Todos os participantes conseguiram alterar as configurações que utilizam *slider* (elemento gráfico da interface com controle deslizante) com facilidade: brilho, contraste, *zoom* e espaçamento. Porém, como não perceberam que existiam mais duas configurações, “Esconder elementos” e “Esconder elemento específico”, essas funcionalidades foram apresentadas aos participantes. Durante o uso da funcionalidade “Esconder elemento específico”, Silvia abriu novamente a extensão e fez uma alteração nas configurações. No entanto, ao retornar para a página em que estava trabalhando, acabou ocultando o elemento principal da página, conforme ilustrado na Figura 8.

Logo em seguida, Silvia notou que a função de ocultar elemento permanecia ativada, mesmo após acessar novamente a extensão para fazer uma alteração. Ainda, na segunda atividade, Gabriel observou que ao aumentar o *zoom*, alguns elementos ultrapassavam os limites da página.

Figura 8 – Elemento principal da página ocultado



Fonte: Autores (2022).

A terceira atividade, solicitava ao participante ir até a aba “Perfil” e alterar os campos. A atividade foi executada com facilidade, visto que os entrevistados já estavam habituados com a

extensão. Entretanto, a quarta atividade, que consistiu em ir até aba “Extras” e explicar cada uma das configurações, gerou algumas dúvidas, principalmente em relação à primeira opção sobre “adaptar automaticamente elementos de baixa acessibilidade”. Os participantes não entenderam o que significava os “elementos de baixa acessibilidade”.

Por fim, Silvia demonstrou satisfação com a extensão, especialmente porque ela possui um problema de visão. Ela mencionou que a adaptação realizada pelo Boto ajuda a melhorar a visibilidade da tela, oferecendo suporte às suas necessidades.

“Eu gostei dessa extensão, eu nunca tinha usado uma extensão e achei bem interessante, porque principalmente para mim que tenho problema de visão, ela adapta o tamanho da página de acordo com a minha visão.” (Silvia)

Gabriel mencionou a importância que uma ferramenta como o Boto pode ter para as pessoas, especialmente aquelas que geralmente precisam de um auxílio externo para utilizar o computador:

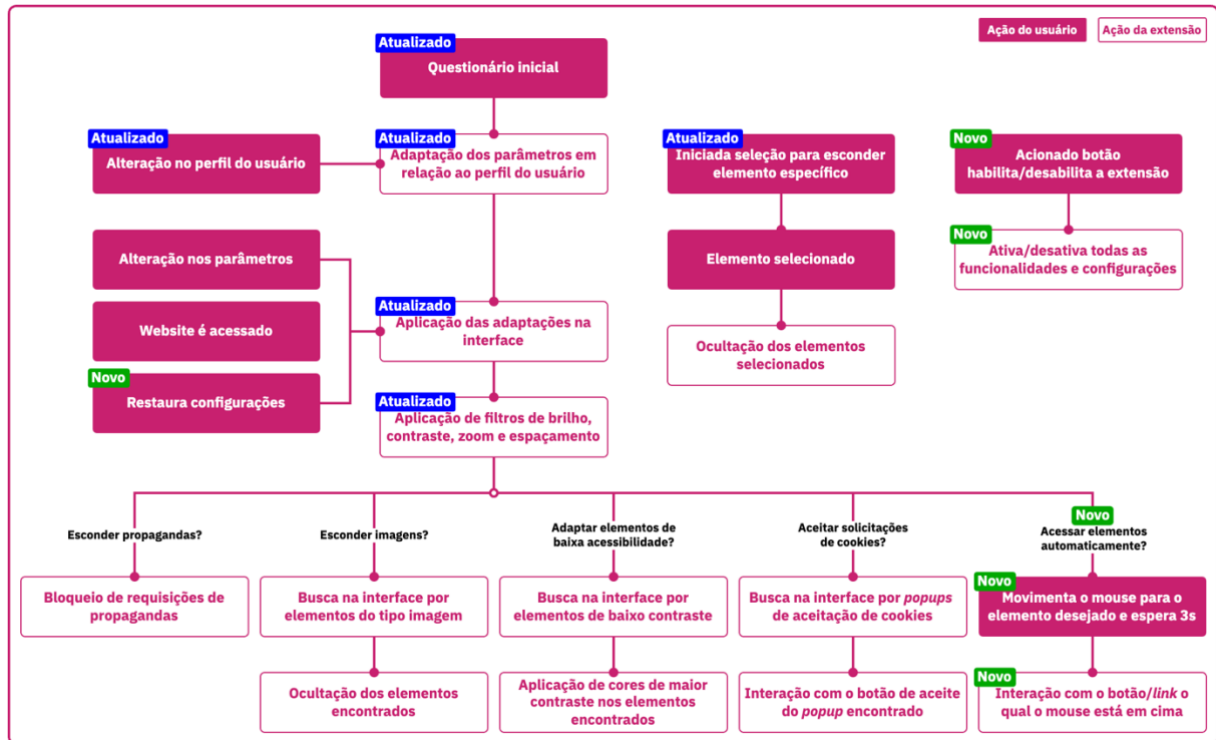
“É bem interessante essa questão de ajudar as pessoas que possuem dificuldades de mexer no *site* [...] não sei se já existe algo do tipo, mas seria bem importante poder fazer essas alterações mesmo.” (Gabriel)

As entrevistas foram significativas para entender como o Boto contribui enquanto AUI, identificar ajustes necessário e reconhecer novas funcionalidades, conforme será apresentado na próxima seção. Com base nas informações coletadas durante as entrevistas e nos testes exploratórios realizados pelo autor, foi possível identificar ajustes que contribuíram para aprimorar a usabilidade e a acessibilidade do Boto. Além disso, novas funcionalidades foram definidas e implementadas para complementar a extensão.

4.2 Visão geral do Boto

A Figura 9 apresenta a visão geral do funcionamento da aplicação desenvolvida por Souza e Bagatini (2020). Na figura são etiquetadas as novas funcionalidades, identificadas com a *tag* “Novo” em verde, bem como as funcionalidades que passaram por ajustes ou melhorias, indicadas com a *tag* “Atualizado” em azul.

Figura 9 – Fluxo de funcionamento da aplicação e novas funcionalidades



Fonte: Autores (2023).

A aplicação funciona por meio da interação entre o usuário e a extensão para Chrome, acessível pela barra superior do navegador. Conforme apresentado na Figura 9, ao abrir a extensão, o usuário segue o fluxo, realizando as ações representadas pelas etapas destacadas com fundo na cor rosa (ação do usuário), enquanto as etapas com fundo na cor branca são executadas automaticamente pela aplicação (ação da extensão).

4.2.1 Ajustes e melhorias

Devido à natureza da aplicação desenvolvida em 2020, havia várias dependências desatualizadas, como a “bold-ui”, “node-sass” e “webpack”. Portanto, o primeiro passo foi realizar as devidas atualizações, garantindo que nenhuma funcionalidade existente fosse comprometida. Em seguida, foram realizados os ajustes necessários nessas funcionalidades, visando aprimorar o desempenho e a experiência do usuário. As subseções a seguir apresentam em detalhes os ajustes e melhorias que foram realizados, proporcionando uma visão abrangente das mudanças implementadas.

4.2.1.1 Acessibilidade no questionário

O questionário inicial consiste em perguntas que devem ser respondidas pelo usuário, sendo necessário ler a pergunta, responder e avançar para a próxima. Nesse sentido, é preciso oferecer a possibilidade de navegação por meio do teclado, sem depender exclusivamente do uso do *mouse* para avançar ou clicar nos campos de resposta. Durante a análise das entrevistas, percebeu-se a ausência de foco automático nos campos a serem preenchidos, além da impossibilidade de avançar para a próxima pergunta pressionando a tecla “Enter”. O Quadro 3 apresenta a comparação entre o comportamento anterior e o comportamento atual desses cenários de preenchimento do questionário.

Quadro 3 – Comportamento antes e após ajustes no questionário

Comportamento anterior	Comportamento após ajuste
O questionário não possuía foco automático nos campos de respostas ao avançar nas perguntas. Também não permitia avançar através da tecla “Enter”, exigindo o preenchimento com a utilização do <i>mouse</i> .	Ao abrir a extensão pela primeira vez, o botão “Iniciar” é automaticamente destacado, assim como os campos de resposta das etapas subsequentes. Além disso, foi implementada a funcionalidade de avançar pressionando a tecla “Enter”.

Fonte: Autores (2023).

Para realizar essa correção, foi adicionado o atributo de foco automático nos campos de cada etapa do questionário. Além disso, foi feita uma chamada para a nova função “handleKeyPress” apresentada na Figura 10, que identifica quando a tecla “Enter” é acionada.

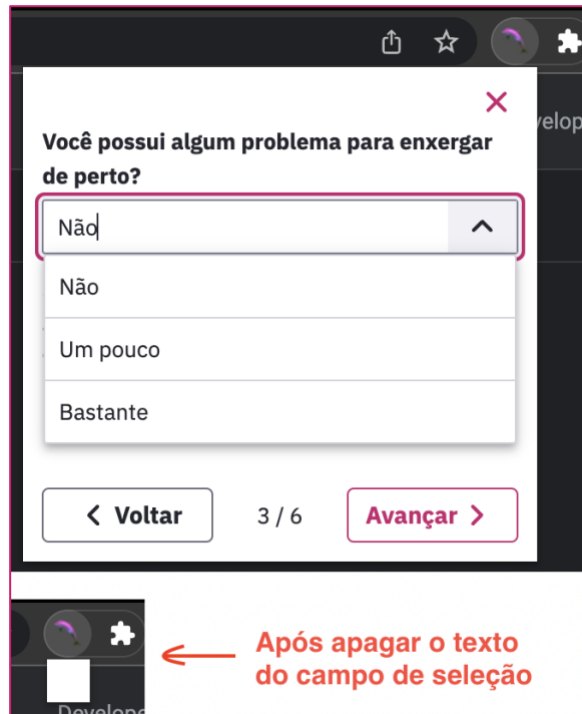
Figura 10 – Função que possibilita avançar através da tecla “Enter”

```
const handleKeyPress = event => {
  if (event.key === "Enter" || event.key === "NumpadEnter") {
    event.preventDefault()
    if (currentStep < steps-1) {
      increaseStep()
    } else {
      setFormActive(false)
    }
  }
}
```

Fonte: Autores (2023).

Durante a correção dessas questões, foi identificado um novo problema relacionado à busca dos campos de seleção. Ao apagar todo o texto da busca, a aplicação deixava de funcionar e era necessário reiniciar o Boto (conforme ilustrado na Figura 11).

Figura 11 – Falha na aplicação ao utilizar o campo de busca



Fonte: Autores (2023).

Esse problema ocorria quando o texto do campo de seleção era apagado, resultando em uma chamada para a função responsável por salvar as informações do usuário. Devido à ausência do elemento nesse contexto, a aplicação parava de funcionar. Para garantir a estabilidade e o funcionamento adequado da extensão, foi implementada uma verificação no método “handleChange”, assegurando a existência do elemento antes de enviá-lo como informação do usuário.

4.2.1.2 Funcionalidade “Esconder elemento específico”

Foram realizados ajustes nos problemas identificados na funcionalidade “Esconder elemento específico”. O primeiro problema estava relacionado à funcionalidade principal de esconder elementos, enquanto o segundo problema envolvia o texto do botão responsável por restaurar os elementos previamente ocultados pela ferramenta. O Quadro 4 apresenta a comparação entre o comportamento anterior e o comportamento após os ajustes serem efetuados.

Quadro 4 – Comportamento antes e após ajustes na funcionalidade “Esconder elemento específico”

Comportamento anterior	Comportamento após ajuste
Ao utilizar a funcionalidade e retornar para a extensão sem esconder elementos, o usuário poderia, inadvertidamente, apagar algum elemento da página por engano.	Ao acessar a funcionalidade e retornar para a extensão sem esconder o elemento, a execução da funcionalidade é automaticamente cancelada.
O botão “Restaurar” possuía um nome simples e pouco descritivo, o que levava o usuário confundir sua função com uma restauração completa das configurações, em vez de apenas restaurar a funcionalidade de “Esconder elemento específico”.	É possível identificar que o botão “Restaurar seleção” está ligado e relacionado à seleção de elementos que foram apagados. Também, o botão está do mesmo tamanho do botão de “Iniciar seleção”.

Fonte: Autores (2023).

A solução adotada para o primeiro problema foi criar uma função que interrompe o ouvinte do evento de clique de esconder o próximo elemento clicado (Figura 12). Esta função é acionada imediatamente após abrir a extensão, impedindo que o evento de clique esconda o elemento da página por engano.

Figura 12 – Função que interrompe o ouvinte que esconde elementos clicados

```
case constants.commSubjects.HIDDEN_ELEMENTS.STOP_HIDE_NEXT:
    removeStyleRuleNode(botoStylesheet, removeElementCursorRuleNode)
    document.removeEventListener('click', hideNextClickedElementEvent)
    break
```

Fonte: Autores (2023).

Para solucionar o segundo problema, foi necessário alterar o texto do botão, mantendo o padrão de nomenclatura do botão “Iniciar seleção”. Desta forma foi criada uma uniformidade, melhorando a consistência visual e facilitando a compreensão da funcionalidade para os usuários. Na Figura 13, é possível comparar o texto do botão antes e depois do ajuste de texto.

Figura 13 – Esconder elemento específico antes e depois do ajuste

Fonte: Autores (2023).

4.2.1.3 Zoom, brilho, contraste e espaçamento

Nas entrevistas realizadas, observou-se que a funcionalidade de *zoom* poderia deslocar os elementos para fora da página, resultando em uma barra de rolagem horizontal (*scroll* lateral) desnecessária. Durante o desenvolvimento, também foi observado que o brilho e o contraste podem causar o mesmo efeito, mas nesse caso os elementos permanecem no lugar, pois o filtro aplicado gera a ilusão de que a página é maior do que o necessário. Além disso, foi identificado um problema relacionado à funcionalidade de espaçamento, que não funcionava corretamente em alguns elementos que já possuíam o estilo de espaçamento predefinidos (conforme apresentado no Quadro 5).

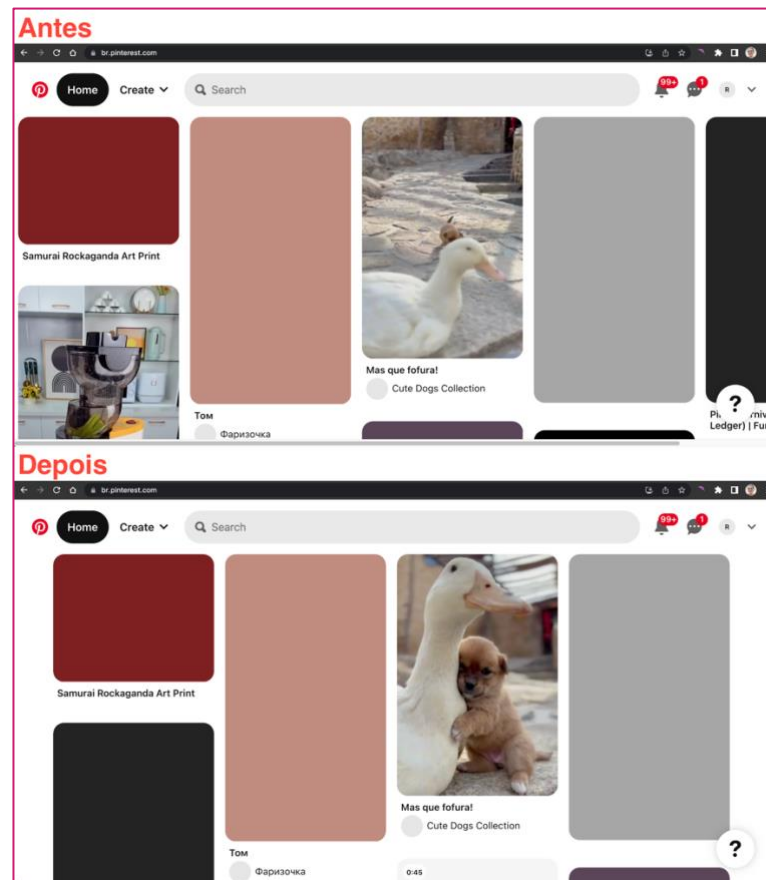
Quadro 5 – Comportamento antes e após ajustes de *zoom*, brilho, contraste e espaçamento

Comportamento anterior	Comportamento após ajuste
Ao utilizar a funcionalidade de <i>zoom</i> , mesmo em páginas com <i>design</i> responsivo (como Pinterest), os elementos ultrapassavam a área visível da tela gerando um <i>scroll</i> lateral.	Ao utilizar a funcionalidade de <i>zoom</i> , os elementos da página são reposicionados de acordo com a largura da tela, evitando o <i>scroll</i> lateral.
Ao aplicar ajustes de brilho ou contraste, era observado um <i>scroll</i> lateral na página, como se o filtro aplicado possuísse um tamanho maior do que a largura da tela (estendia além dos limites visíveis).	Brilho e contraste não estão mais gerando <i>scroll</i> lateral, pois seu filtro está sendo aplicado apenas na área disponível da página.
O espaçamento não estava sendo aplicado em elementos que já possuíam o estilo de espaçamento predefinidos.	Todos os elementos da página agora recebem o novo valor de espaçamento.

Fonte: Autores (2023).

Para corrigir a funcionalidade de *zoom*, foi adicionado o evento *resize* (que redimensiona a página) após a aplicação do estilo, fazendo com que os elementos sejam reposicionados, como mostra a Figura 14. Nessa figura, na imagem identificada como “Antes”, pode-se observar que os elementos estão além da margem lateral, gerando mais espaço horizontal do que a tela pode exibir e exigindo a rolagem lateral.

Figura 14 – Antes e depois do ajuste na funcionalidade de *zoom*



Fonte: Autores (2023).

As funcionalidades de brilho, contraste e espaçamento foram corrigidas ao mudar o seletor utilizado na aplicação de suas estilizações, alterando de *body* para “html” no filtro de contraste e brilho, e de *body* para * no espaçamento, conforme apresentado na Figura 15 nas linhas 8 e 20.

Figura 15 – Alterações feitas no arquivo de estilos

```
src/contentscript/utils/cssRules.js
@@ -5,19 +5,19 @@ export const removeElementCursorRule = () => (
5 5  )
6 6
7 7  export const fontSizeRule = (fontSize, letterSpacing, lineHeight) => ( // f
    ${lineHeight}rem !important;
8 8  - `body {
8 8  + `* {
9 9      letter-spacing: ${letterSpacing}rem !important;
10 10  }`
11 11  )
12 12
13 13  export const zoomRule = (zoom) => (
14 14  - `body {
14 14  + `body {
15 15      zoom: ${zoom}% !important;
16 16  }`
17 17  )
18 18
19 19  export const contrastBrightnessRule = (contrast, brightness) => (
20 20  - `body {
20 20  + `html {
21 21      filter: contrast(${contrast}) brightness(${brightness}) !important;
22 22  }`
23 23  )
```

Fonte: Autores (2023).

Quanto ao espaçamento, a modificação realizada garante que o estilo de espaçamento seja aplicado de maneira consistente a todos os elementos da página. Isso evita discrepâncias visuais entre elementos, em que um elemento não herda corretamente o estilo de espaçamento do elemento adjacente.

4.2.1.4 Salvar dados no navegador

Para que a extensão possa ser disponibilizada na loja do Google, um dos requisitos fundamentais é permitir que os dados sejam salvos, evitando que o usuário tenha que preenchê-los repetidamente ao abrir o navegador. O Quadro 6 apresenta o comparativo de comportamentos da extensão antes e depois de começar a utilizar armazenamento local.

Quadro 6 – Comportamento antes e após implementação para salvar dados no navegador

Comportamento anterior	Comportamento após ajuste
Ao utilizar o navegador e preencher as informações no Boto, esses dados eram armazenados apenas na sessão atual, ou seja, ao fechar e abrir o navegador, o usuário era obrigado a preencher todas as informações novamente.	Os dados inseridos pelo usuário são salvos no armazenamento local do navegador. Mesmo que o usuário feche o navegador, os dados permanecerão salvos e a extensão continuará ativa.

Fonte: Autores (2023).

Para realizar essa implementação, inicialmente foi utilizada a API de referência da Chrome Developers (GOOGLE, 2023), a “chrome.storage”. No entanto, no decorrer do trabalho foi substituída pela propriedade “localStorage” (armazenamento local), pela ampla utilização em aplicações *web*. A Figura 16 mostra como o armazenamento dos dados era feito, utilizando uma constante chamada “store” que armazenava as informações do usuário, configurações e dados relevantes da extensão.

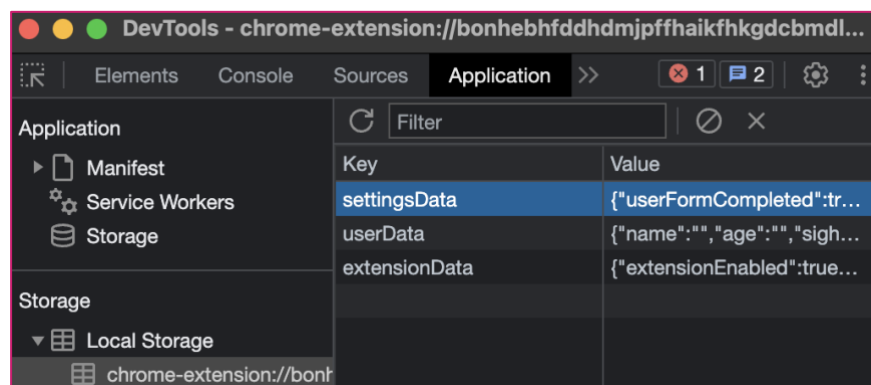
Figura 16 – Alteração feita no armazenamento de dados

```
- // Persistent store of user data and settings
- const store = {
-   userData: constants.defaultUserData,
-   settingsData: constants.defaultSettingsData,
-   extensionData: constants.defaultExtensionData
+ // Add to local storage
+ function addToLocalStorage(keyName, data) {
+   localStorage.setItem(keyName, JSON.stringify(data));
+ }
+
+ // Get from local storage
+ function getFromLocalStorage(keyName) {
+   return JSON.parse(localStorage.getItem(keyName))
+ }
```

Fonte: Autores (2023).

Atualmente, ao inspecionar a extensão e acessar a aba de “Aplicação”, é possível visualizar os dados salvos no armazenamento local (Figura 17).

Figura 17 – Armazenamento local da extensão



Fonte: Autores (2023).

A partir das novas funções adicionadas, fica evidente que os dados estão sendo persistidos diretamente em armazenamento local e permitindo que os dados do usuário, configurações e outras informações relevantes sejam mantidas mesmo após o fechamento e reabertura do navegador (Figura 17).

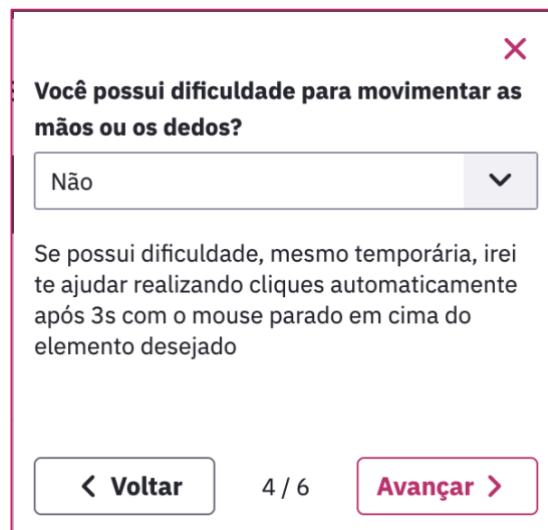
4.2.2 Novas funcionalidades

As subseções a seguir apresentam as novas funcionalidades do Boto, sendo elas: acessar elementos automaticamente, dar dicas nas funcionalidades, ampliar tamanho da extensão, ativar/desativar a extensão e restaurar configurações padrão.

4.2.2.1 Acessar elementos automaticamente

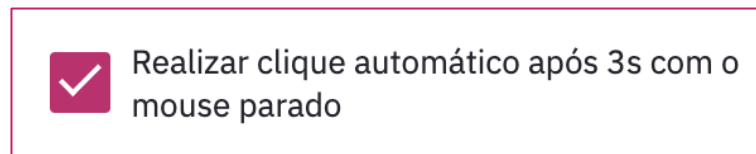
A funcionalidade de acesso automático a elementos foi implementada para permitir que os usuários possam interagir com elementos interativos da página, como links e botões, de forma automática. Essa função tem como objetivo auxiliar pessoas que possam enfrentar dificuldades de movimento nas mãos ou dedos devido a doenças, idade avançada ou até mesmo por estarem com uma das mãos enfaixada. Para que essa função seja habilitada de forma adaptativa, foi adicionada uma pergunta ao questionário: “Você possui alguma dificuldade para movimentar as mãos ou os dedos?” (Figura 18).

Figura 18 – Questionário: pergunta sobre problema motor nas mãos ou dedos



Fonte: Autores (2023).

Esse parâmetro ainda é ativado automaticamente para pessoas com mais de 70 anos. Além disso, a configuração pode ser facilmente habilitada ou desabilitada por meio da aba "Extras", conforme a opção apresentada na Figura 19.

Figura 19 – Opção de realizar clique automático na aba “Extras”

Fonte: Autores (2023).

A implementação dessa funcionalidade consiste em uma função, ilustrada na Figura 20, que é ativada quando o movimento e a rolagem do *mouse* não são mais detectados. A função então inicia uma contagem regressiva de 3 segundos, que pode ser interrompida se houver movimento ou rolagem do *mouse* novamente. Após a contagem chegar em 3 segundos, a extensão realiza uma busca pelo elemento da página com base nas coordenadas X e Y do *mouse* e, em seguida, dispara um evento de clique em cima do elemento encontrado.

Figura 20 – Função de clique automático

```
var timeoutForMouseStop = 0
function autoClickOnHoverEvent(e) {
  clearTimeout(timeoutForMouseStop)
  timeoutForMouseStop = setTimeout(() => {
    document.elementFromPoint(e.clientX, e.clientY).dispatchEvent(new MouseEvent("click", {bubbles: true, cancellable: true}))
  }, 3000)
}
```

Fonte: Autores (2023).

Portanto, a utilização desta funcionalidade é simples. Basta ativá-la na aba “Extras” (Figura 19) e mover o *mouse* até o elemento desejado. Quando o Boto percebe que o *mouse* não está mais em movimento e não há rolagem na página, ele inicia a contagem regressiva de 3 segundos e, em seguida, realiza o clique automaticamente.

4.2.2.2 Dica nas funcionalidades

Com o objetivo de auxiliar os usuários a compreenderem a extensão, foram consideradas duas abordagens. Inicialmente, foi proposto um *tour* que apresentaria cada funcionalidade, acompanhada de suas respectivas descrições. Além disso, a inclusão de *tooltips* (ferramentas de dica) foi sugerida como alternativa, fornecendo informações relevantes sobre cada funcionalidade. Durante o desenvolvimento, verificou-se que a utilização do componente de *tooltip* do Design System Bold (BRIDGE, 2019) seria a melhor solução para auxiliar os usuários, considerando a tela o tamanho da tela da extensão. A Figura 21 ilustra a exibição de uma dica ao usuário, representada por um fundo cinza, quando o *mouse* é posicionado sobre o elemento "Ligado".

Figura 21 – Dica do botão de desligar/ligar



Fonte: Autores (2023).

Dessa forma, foram adicionados *tooltips* para cada botão ou elemento interativo da extensão. Assim como o exemplo ilustrado na Figura 21, a estratégia *tooltips* foi adicionada em todos os outros botões da extensão, permitindo que o usuário tenha uma breve descrição sobre o propósito do objeto que irá interagir. A Figura 22 ilustra um trecho de código que mostra o uso do *tooltip* para a funcionalidade “Esconder elemento específico”.

Figura 22 – Trecho de código contendo adição de *tooltip* em uma das funcionalidades

```

<OptionsItem label='Esconder elemento específico' type={constants.optionsItemTypes.CUSTOM}>
-   <Button size='small' onClick={hideNextElement}><Icon icon='penTool' /> Iniciar seleção</Button>
-   <Button size='small' kind='primary' skin='outline' onClick={resetHiddenElements}>Restaurar</Button>
+   <Tooltip placement='top' text='Ao clicar neste botão, a extensão será minimizada e você poderá esconder
um elemento da página clicando em cima dele'>
+       <Button size='small' onClick={hideNextElement}><Icon icon='penTool' /> Iniciar seleção</Button>
+   </Tooltip>
+   <Tooltip placement='top' text='Exibir novamente os elementos específicos escondidos'>
+       <Button size='small' kind='primary' skin='outline' onClick={resetHiddenElements}>Restaurar
seleção</Button>
+   </Tooltip>
</OptionsItem>

```

Fonte: Autores (2023).

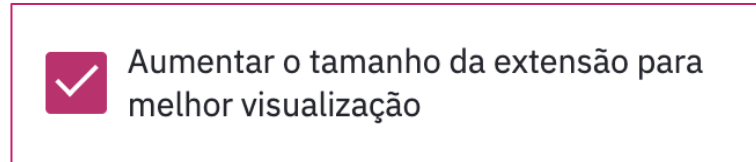
Portanto, a utilização do *tooltip* permite melhorar a usabilidade e a experiência do usuário com o Boto, exibindo informações contextuais relevantes, explicando o propósito ou fornecendo instruções sobre como utilizar elementos interativos da extensão.

4.2.2.3 Ampliar tamanho da extensão

A extensão não apenas permite o *zoom* na página em que o usuário está navegando, mas também foi proposta uma melhoria adicional, ou seja, o Boto permite ampliar o tamanho da própria interface da extensão (Figura 23). Inicialmente, essa funcionalidade foi considerada como uma melhoria, mas acabou sendo implementada como uma nova funcionalidade completa. Essa funcionalidade se baseia nas mesmas informações de *zoom* utilizadas para a página, mas emprega um valor fixo de 10% para aumentar o tamanho da interface. Isso permite

que os usuários ajustem a exibição da extensão para melhor atender às suas necessidades e preferências.

Figura 23 – Opção de aumentar tamanho da extensão na aba “Extras”



Fonte: Autores (2023).

A funcionalidade de *zoom* automático na interface da extensão é ativada com base em determinados parâmetros. São considerados para a ativação automática: idade acima de 45 anos, problema de visão leve ou severo, deficiência cognitiva leve ou severa e deficiência motora severa. Além de sua ativação automática, também há a possibilidade de habilitar e desabilitar essa opção através da aba “Extras”, como mostra a Figura 23. A estilização é apresentada na Figura 24.

Figura 24 – Estilização que determina o tamanho da extensão

```
<main style={{zoom: extensionZoom(turnExtensionBiggerValue)}}>
```

Fonte: Autores (2023).

A Figura 24 ilustra a estilização que foi aplicada na extensão, a qual chama a função “extensionZoom” enviando o parâmetro booleano que informa se a extensão está com o *zoom* ativado, com isso retornando “100%” se for falso ou “110%” se for verdadeiro, ou seja, se o *zoom* for de 100%, a extensão se mantém com o tamanho padrão, mas se for um *zoom* de 110%, seu tamanho aumenta em 10%.

4.2.2.4 Ativar/desativar a extensão

A funcionalidade de ativar/desativar a extensão consiste em um botão no formato de *toggle*, seguindo o componente disponível no Design System Bold (BRIDGE, 2019). Essa funcionalidade permite que os usuários desativem facilmente a extensão quando necessário, proporcionando maior controle sobre sua utilização (Figura 25). Ao desativar a extensão, os recursos e funcionalidades são temporariamente interrompidos, permitindo que o usuário retorne à configuração padrão ou suspenda o funcionamento da extensão.

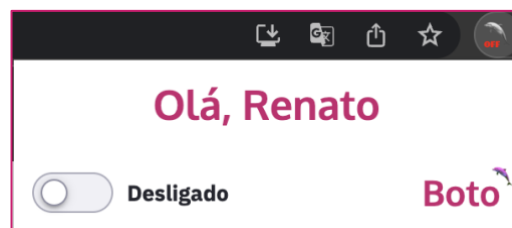
Figura 25 – Aba “Interface” do Boto atualizada



Fonte: Autores (2023).

A Figura 25 apresenta a aba “Interface” do Boto, na qual é possível observar o botão Ativar/Desativar com o texto “Ligado” localizado no *footer* da extensão (rodapé no canto esquerdo da tela). Quando a extensão é desativada, o ícone do Boto é exibido em preto e branco e um texto "OFF" em vermelho aparece no canto, sinalizando sua desativação (conforme mostrado na Figura 26). Além disso, os conteúdos de configuração são ocultados para facilitar a percepção do estado de habilitação da extensão.

Figura 26 – Boto desligado



Fonte: Autores (2023).

Para implementar essa funcionalidade, foi necessário criar uma função para desativar todas as funcionalidades da extensão. Além disso, era importante garantir que os dados fossem mantidos salvos e que as solicitações de dados fossem interrompidas adequadamente. Para alcançar esse objetivo, foi adicionado um novo dado à extensão que registra se ela está habilitada ou desabilitada. Esse dado é comparado em cada uma das requisições feitas ao arquivo “background.js”, responsável pelo gerenciamento dos dados. A Figura 27 mostra a função responsável por desabilitar e habilitar a extensão.

Figura 27 – Função responsável por desabilitar e habilitar a extensão

```
const disableExtension = (enabled) => {
  setPopupUpdating(true)
  setExtensionEnabledValue(enabled)
  updateExtensionDataMessage()
  if (enabled) {
    sendMessageToAllContents(constants.commSubjects.UPDATE.SETTINGS_DATA, getFromLocalStorage('settingsData'))
    sendMessageToAllContents(constants.commSubjects.UPDATE.EXTENSION_DATA, getFromLocalStorage('extensionData'))
  } else {
    sendMessageToAllContents(constants.commSubjects.UPDATE.SETTINGS_DATA, constants.disabledSettingsData)
    sendMessageToAllContents(constants.commSubjects.UPDATE.EXTENSION_DATA, constants.disabledExtensionData)
    resetHiddenElements()
  }
  setPopupUpdating(false)
  window.close()
}
```

Fonte: Autores (2023).

Adicionalmente, foi necessário enviar uma mensagem para o arquivo “contentscript.js”, responsável pela comunicação com a página, contendo todos os dados de configuração padrão (quando a extensão é desabilitada) ou com os parâmetros salvos no armazenamento (quando a extensão é habilitada). Essa comunicação permitiu atualizar as alterações na página sem ter que recarregá-la (Figura 27). Outra validação necessária foi para ocultar os elementos do *body* (corpo) da extensão, deixando visíveis apenas o *header* (cabeçalho) e o *footer* (rodapé).

4.2.2.5 Restaurar configurações padrão

Esta funcionalidade permite redefinir todas as configurações para os valores padrão do perfil do usuário, oferecendo uma forma conveniente de restaurar as configurações sem a necessidade de fazer ajustes manuais (Figura 28).

Figura 28 – Aba “Extras” do Boto atualizada

Olá, Renato

Interface Perfil **Extras**

☒ Adaptar automaticamente elementos de baixa acessibilidade

☐ Realizar clique automático após 3s com o mouse parado

☐ Aumentar o tamanho da extensão para melhor visualização

☐ Aceitar automaticamente todas as solicitações de uso de "cookies"

Restaurar configurações

Ligado

Boto

Fonte: Autores (2023).

Para utilizá-la, basta acessar a aba “Extras” do Boto, apresentada na Figura 28, e clicar no botão “Restaurar configurações” que fica logo acima do *footer*. Essa ação irá executar uma nova função que é mostrada na Figura 29.

Figura 29 – Função de restaurar configurações padrão do perfil de usuário

```
const resetDefaultSettingsBasedOnUserProfile = () => {
  setPopupUpdating(true)
  updateUserDataMessage()
  setAutoFixElementsValue(true)
  setAcceptCookiesValue(false)
  resetHiddenElements()
  setPopupUpdating(false)
}
```

Fonte: Autores (2023).

A função de restaurar configurações envia uma chamada para atualizar os dados de usuário, o que resulta na reaplicação das configurações predefinidas. Isso inclui a restauração das opções de adaptação automática de elementos de baixa acessibilidade, a aceitação automática de solicitações de uso de *cookies* e a redefinição da funcionalidade de esconder elementos.

4.3 Ferramentas de desenvolvimento

Para o primeiro módulo da extensão, responsável pela manipulação dos elementos da interface e armazenamento de dados, foi utilizado o JavaScript com o *framework* Node.js, seguindo a abordagem descrita por Souza e Bagatini (2020).

Já no segundo módulo, que corresponde à interface da extensão, também foi utilizada a linguagem de programação JavaScript. No entanto, para facilitar a criação dos componentes visuais e a manipulação do seu estado, optou-se pelo uso do *framework* React.js. O React.js é amplamente reconhecido como uma excelente biblioteca para a criação de interfaces interativas e oferece recursos que simplificam a interação do usuário com os campos e elementos visuais.

É importante destacar que o desenvolvimento da extensão continuou utilizando o Design System Bold (BRIDGE, 2019) como biblioteca de componentes. Essa escolha foi motivada pela sua capacidade de fornecer recursos avançados de acessibilidade, conforme mencionado por Krone (2019). A utilização do Design System Bold contribui para a criação de uma interface acessível e amigável para todos os usuários (SOUZA e BAGATINI, 2020).

4.4 Testes internos e validação com usuário

Para garantir a qualidade da extensão, foram realizados testes durante todo o processo de desenvolvimento. O desenvolvedor executou testes internos para identificar possíveis erros e garantir o funcionamento adequado da aplicação.

Além disso, ao final do desenvolvimento, foram realizados testes de usabilidade com usuários para validar a experiência de uso e obter *feedback* sobre a aplicação, de forma a garantir que a extensão atendesse às necessidades e expectativas dos usuários. Esses testes envolveram a interação dos usuários com o Boto na realização de tarefas.

4.4.1 Testes do desenvolvedor

Para visualizar a eficácia das funcionalidades implementadas e garantir que a integridade das funcionalidades existentes não deixasse de funcionar, o desenvolvedor adotou as metodologias de testes de caixa preta e de regressão. Esses testes foram conduzidos com o uso da extensão Boto em cinco *websites* distintos, sendo eles: apple.com, portalvirtual.unisc.br, youtube.com, pinterest.com e uol.com.br.

As situações de teste são documentadas no APÊNDICE B, apresentando a funcionalidade testada, o cenário de teste e o resultado obtido. Durante os testes, todas as funcionalidades da extensão foram avaliadas, incluindo preencher o questionário, utilizar o *tooltip*, armazenar dados, aplicar brilho, contraste, *zoom* e espaçamento, esconder elementos, esconder elemento específico, alterar perfil do usuário, adaptar elementos de baixa acessibilidade, realizar clique automático, alterar tamanho da extensão, aceitar solicitações de uso de *cookies* e desligar a extensão.

Dos trinta e oito itens testados, dois apresentaram falhas. Essas falhas estavam relacionadas à funcionalidade de ocultar elementos e à aceitação de solicitações de uso de *cookies*. Ao identificar essas falhas, os mesmos testes foram repetidos utilizando uma versão anterior da aplicação, sem qualquer modificação no código, porém os problemas persistiram. Tendo em vista de que os dados utilizados para esconder propagandas e aceitar solicitações do uso de *cookies* estavam fixos no código, ao decorrer dos anos, com novas implementações nas páginas, os valores acabaram sendo alterados, causando assim a necessidade de alterá-los no código da extensão também.

4.4.2 Testes de usabilidade

Os testes de usabilidade foram realizados para validar a extensão na prática. Para organizar os testes de usabilidade, inicialmente foi elaborado um plano de teste (APÊNDICE C), seguindo as orientações de Rocha e Baranauskas (2003). Esse plano foi utilizado como guia para garantir o foco no objetivo dos testes e que todos os testes fossem conduzidos em condições consistentes e similares. Com base nesse plano, foi estruturado o roteiro para a condução dos testes (*script*), que incluiu as seguintes etapas (APÊNDICE D): (1) Apresentação; (2) Ambientação; (3) Tarefas-chave; (4) Encerramento.

A etapa de Apresentação consistiu na explicação do objetivo da pesquisa, breve introdução do Boto e leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE E).

Após o aceite do termo, a etapa de Ambientação permitiu a familiarização do participante com ambiente do teste e o Boto. Na etapa de Tarefas-chave, foram solicitadas ao participante a execução de seis tarefas específicas relacionadas a: (1) *tooltips*; (2) personalização; (3) clique automático; (4) restaurar configurações; (5) alterar tamanho; (6) desligar/ligar. Por fim, na etapa de Encerramento, o participante podia fornecer *feedback* e fazer comentários e, também, foi feito o agradecimento ao entrevistado.

Os critérios utilizados para definir que os participantes finalizaram cada tarefa corretamente tiveram por base as tarefas, sendo, portanto: (1) consegue utilizar os *tooltips* e descrevê-los corretamente; (2) consegue personalizar as configurações conforme desejado; (3) consegue ativar o clique automático e utilizá-lo; (4) encontra e consegue restaurar as configurações; (5) encontra e consegue alterar o tamanho da extensão; (6) encontra e consegue desligar e ligar a extensão.

Os problemas identificados ou mencionados pelo participante são classificados como ruído, obstáculo ou barreira. A análise dos dados coletados será evidenciada em mapas da jornada do usuário, destacando a classificação dos problemas encontrados.

Como critério para determinar o sucesso da interface, é necessário que os participantes consigam executar todas as tarefas sem enfrentar problemas classificados como barreira, além de expressarem que a extensão os auxilia na navegação de forma positiva.

A caracterização do perfil dos três participantes convidados e as etapas da sessão de teste de usabilidade para cada um deles são discutidas nas próximas subseções. Os participantes foram selecionados por conveniência, levando em consideração a necessidade de envolver diferentes perfis de usuários, incluindo indivíduos com problemas de visão e aqueles que enfrentam dificuldades de movimento nas mãos ou dedos.

4.4.2.1 Sessão de teste de usabilidade A

O primeiro participante entrevistado possui 50 anos de idade e enfrenta certa dificuldade para enxergar de perto. Ele mencionou que, caso estivesse sem óculos, sua dificuldade seria consideravelmente maior. Além disso, o participante não apresenta dificuldades de movimento nas mãos ou dedos, nem possui deficiência cognitiva. Sua mão predominante é a direita.

Durante a etapa de Ambientação, o participante usou o *mouse* para acessar os botões e preencher seus dados. Após finalizar o preenchimento do questionário, ele mencionou ter gostado das adaptações aplicadas pelo Boto e demonstrou interesse em explorar mais as

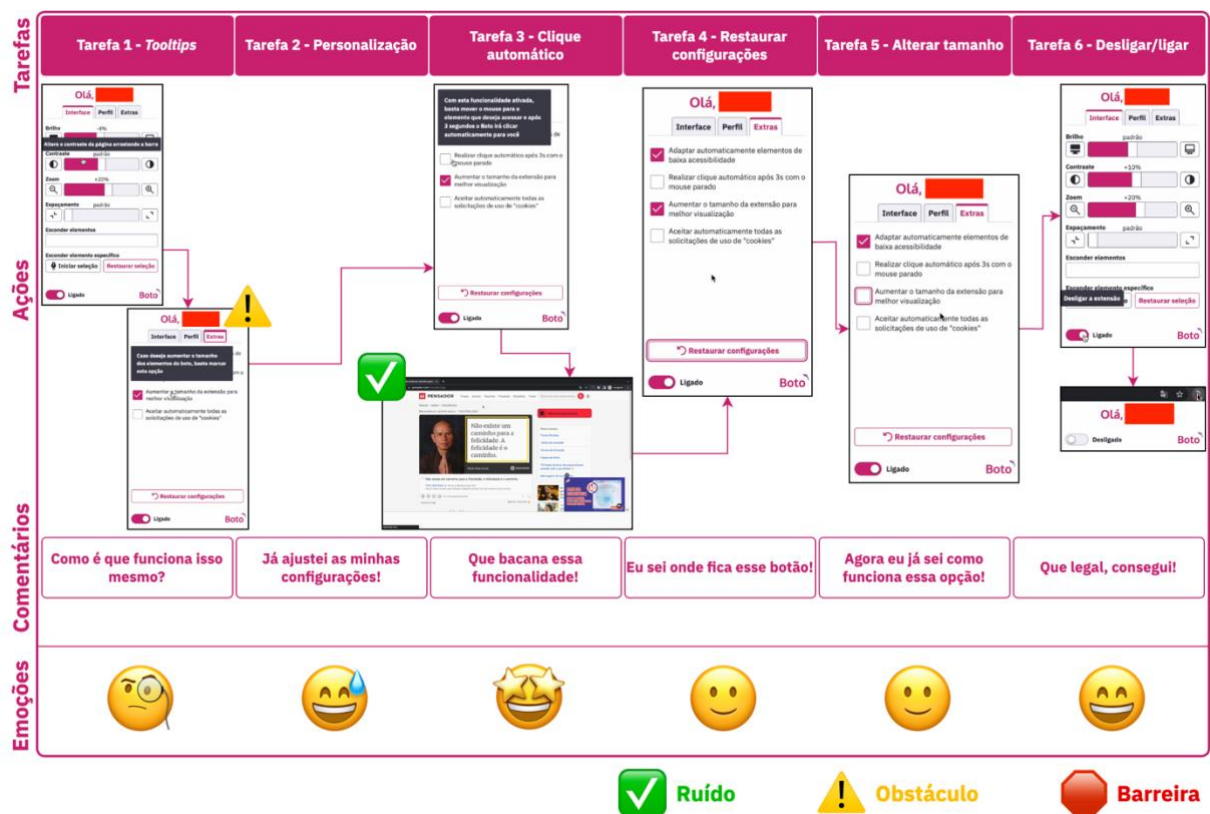
funcionalidades da extensão. Enquanto estava utilizando as funcionalidades, o participante notou os textos de dica e fez um comentário a respeito:

“Ficou bem legal, tá bem bacana, ele (o Boto) tá bem explicadinho e as observações estão bem descritas. A gente consegue manusear de uma forma bem leve, bem fácil!” (Usuário A)

Quando questionado sobre sua percepção das alterações aplicadas na página, o participante afirmou que conseguia percebê-las. Ele citou como exemplo a harmonia das cores e os tons que ficaram mais suaves e agradáveis à sua visão.

Na etapa de Tarefas-chave, o entrevistado iniciou navegando pela busca do Google, realizando uma pesquisa por “mensagens motivacionais curtas” em vez de selecionar uma página específica. Esse foi o ponto de partida para a jornada do usuário A, conforme apresentada na Figura 30.

Figura 30 – Jornada do usuário A



Fonte: Autores (2023).

Na tarefa 1 (Mova o *mouse* para cima de cada uma das opções e descreva o que você entende por elas), o participante descreveu todas as funcionalidades em ordem, explicando como eram utilizadas. Ele começou pelas funcionalidades da aba “Interface” e, em seguida,

passou para as abas “Perfil” e “Extras”. Durante a explicação da funcionalidade de aumentar e diminuir a extensão, ele ficou um pouco confuso (nesse momento foi identificado um obstáculo), mas resolveu utilizá-la e, assim, passou a compreender sua função real.

A tarefa 2 (Personalize as configurações para sua necessidade) já havia sido executada quando o entrevistado estava na etapa de Ambientação, então ele foi direto para a tarefa 3 (Ative a funcionalidade extra de “Realizar clique automático após 3s com o *mouse* parado” e após, navegue pela página acessando links, botões ou imagens sem utilizar o clique do *mouse*). O participante conseguiu ativar a funcionalidade rapidamente e, assim que começou a navegar, acessou um dos resultados da busca (pensador.com) sem clicar. Ele fez um comentário sobre isso:

“Que bacana essa funcionalidade... ajuda a não precisar ficar mexendo o dedo repetitivamente, pois pode vir a evitar problemas de tendinite.” (Usuário A)

Após explorar mais páginas sem utilizar o clique do *mouse*, o participante mencionou que provavelmente precisaria de mais tempo para se adaptar, pois está acostumado a usar o clique em suas atividades diárias. No entanto, ele expressou interesse pela funcionalidade. Além disso, foi observado que o participante começou a tirar a mão do *mouse* sempre que desejava fazer um clique (nesse momento foi identificado um ruído), buscando evitar movimentá-lo por engano.

As tarefas 4 (Restaure as configurações padrão do Boto), 5 (Altere o tamanho da extensão) e 6 (Desligue e ligue a extensão) foram concluídas rapidamente e sem dificuldades aparentes. O entrevistado simplesmente abriu a extensão, navegou até a opção desejada e clicou nela.

Como comentários finais e sugestões, o participante mencionou ter gostado da extensão, destacando especialmente o auxílio à visualização de páginas (no começo da entrevista, relatou dificuldade de visão). Ele enfatizou a funcionalidade de clique automático, ressaltando a importância percebida não apenas para pessoas com dificuldade de mobilidade dos dedos, mas também para aqueles que não possuem tais dificuldades, mas podem se beneficiar desse recurso e evitar o esforço de cliques repetitivos.

4.4.2.2 Sessão de teste de usabilidade B

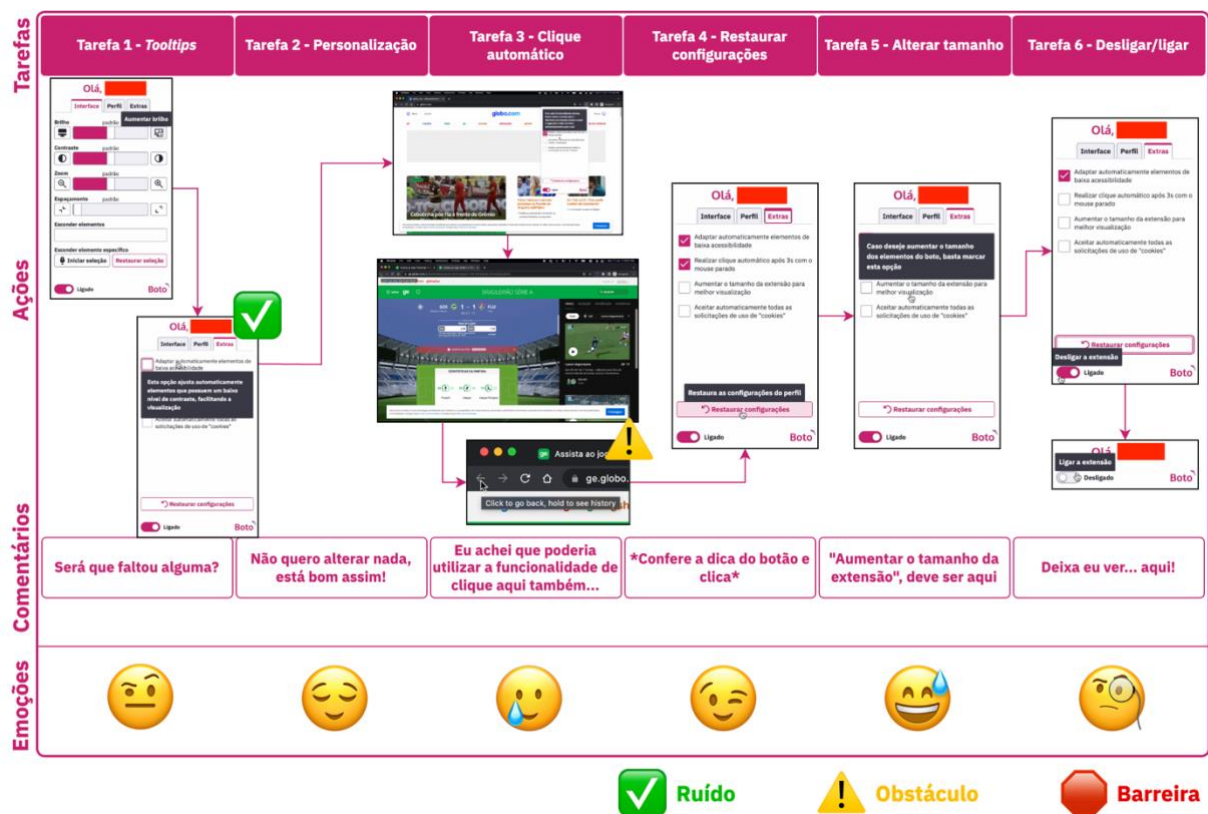
O segundo participante tem 34 anos de idade e não manifestou dificuldade para enxergar de perto. Apesar de não ter manifestado problemas específicos com as mãos ou dedos, foi

observada certa dificuldade ao movimentá-las. Além disso, não possui deficiência cognitiva e sua mão predominante é a direita.

Durante a etapa de Ambientação, o participante B utilizou o *mouse* para acessar os botões e preencher seus dados. Após concluir o preenchimento do questionário, não foram realizadas adaptações específicas com base no seu perfil e o participante optou por não alterar os parâmetros. Em vez disso, ele navegou entre as abas e passou o *mouse* sobre cada uma das opções para visualizar suas descrições. Para permitir que o entrevistado pudesse visualizar as alterações sendo aplicadas na página, foi solicitado que ele ajustasse o brilho e observasse as modificações ocasionadas no conteúdo da página.

Na etapa de Tarefas-chave, o participante iniciou navegando pela página “globo.com”. Esse foi o ponto de partida para a jornada do usuário B, conforme apresentada na Figura 31.

Figura 31 – Jornada do usuário B



Fonte: Autores (2023).

Durante a tarefa 1 (Mova o *mouse* para cima de cada uma das opções e descreva o que você entende por elas), o participante utilizou as dicas para compreender as funcionalidades e, em seguida, comentou o que cada uma delas fazia. Ele teve facilidade para explicar as funcionalidades das abas “Interface” e “Perfil”, porém levou um pouco mais de tempo para

entender e falar sobre as funcionalidades da aba “Extras” (nesse momento foi identificado um ruído).

Na tarefa 2 (Personalize as configurações para sua necessidade) o participante optou por não realizar alterações e afirmou estar satisfeito com as configurações padrão. Ele mencionou que estava acostumado com elas e não sentia necessidade de fazer modificações.

Para realizar a tarefa 3 (Ative a funcionalidade extra de “Realizar clique automático após 3s com o *mouse* parado” e após, navegue pela página acessando links, botões ou imagens sem utilizar o clique do *mouse*), o participante conseguiu ativar a funcionalidade rapidamente e começou a navegar, acessando informações em tempo real sobre um jogo de futebol. Assim como o entrevistado A, observou-se que o participante B também passou a tirar a mão do *mouse* enquanto aguardava os 3 segundos para o clique automático. Durante sua navegação, o participante visitou a aba de outros jogos e abriu um link em uma nova aba. No entanto, ao tentar fechar a nova aba, ele percebeu que o clique automático não funciona fora da página (nesse momento foi identificado um obstáculo), como, por exemplo, na barra superior do navegador ou na barra de rolagem da página.

“Eu achei que poderia utilizar a funcionalidade de clique aqui também...”
(Usuário B)

Da mesma forma que o participante A, as tarefas 4 (Restaure as configurações padrão do Boto), 5 (Altere o tamanho da extensão) e 6 (Desligue e ligue a extensão) foram concluídas rapidamente e sem dificuldades aparentes pelo entrevistado B. Ele simplesmente abriu a extensão, localizou a opção desejada e fez o clique necessário para executar a ação solicitada.

Como comentários finais e sugestões, o participante mencionou que achou a extensão fácil de usar e gostou da experiência de navegar sem usar o clique do *mouse*. No entanto, ele comentou que a impossibilidade de não poder utilizar essa funcionalidade fora da área da página pode afetar a fluidez da navegação.

4.4.2.3 Sessão de teste de usabilidade C

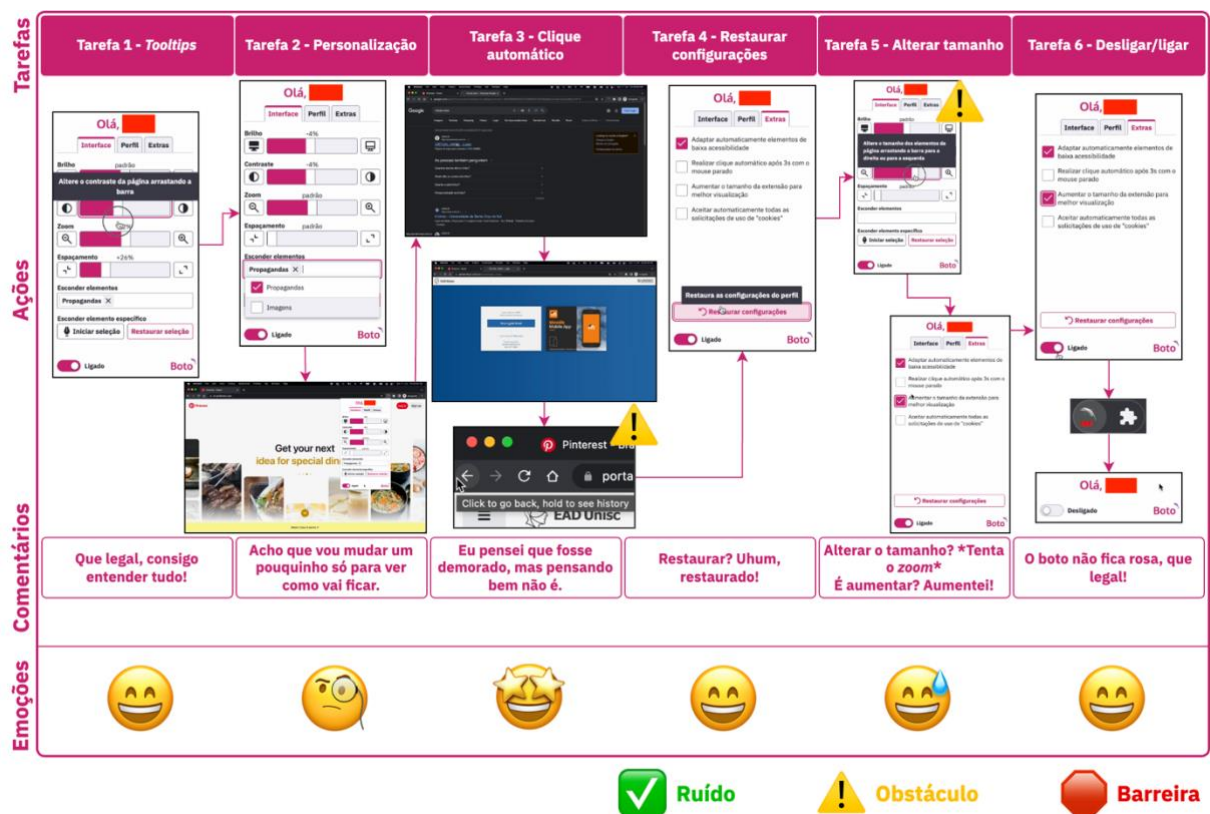
O terceiro participante, de 24 anos de idade, informou que não tem dificuldade em enxergar de perto. No entanto, devido a ter a mão enfaixada, mencionou ter dificuldade em movimentar as mãos ou os dedos. Não possui deficiência cognitiva e sua mão predominante é a direita.

Durante a etapa de Ambientação, o participante navegou pelo questionário utilizando a tecla “Enter” e preencheu seus dados. Após concluir o preenchimento, os parâmetros da aba “Interface” estavam configurados com as opções padrão, mas o entrevistado decidiu fazer alterações em cada uma delas para observar o efeito resultante. Ainda nessa etapa, o participante expressou dúvidas em relação à função de aceitar automaticamente o uso de *cookies*, pois nem sempre desejava permiti-los, então optou por deixar essa funcionalidade desativada.

Quando questionado se conseguia visualizar as alterações sendo aplicadas na página, o participante confirmou que sim. Ele utilizou o parâmetro de *zoom* como exemplo, observando que os textos ficavam maiores conforme ajustava o nível de *zoom*.

Na etapa de Tarefas-chave, o entrevistado iniciou navegando pela página “pinterest.com”. Esse foi o ponto de partida para a jornada do usuário C, conforme apresentada na Figura 32.

Figura 32 – Jornada do usuário C



Fonte: Autores (2023).

Durante a tarefa 1 (Mova o *mouse* para cima de cada uma das opções e descreva o que você entende por elas), o participante conseguiu explicar cada uma das funcionalidades sem enfrentar dificuldades aparentes.

Na tarefa 2 (Personalize as configurações para sua necessidade), o entrevistado alterou o brilho e o contraste para “-4%”, enquanto o *zoom* e o espaçamento foram mantidos no valor padrão. Além disso, optou por esconder as propagandas através da funcionalidade “Esconder elementos”.

Para realizar a tarefa 3 (Ative a funcionalidade extra de “Realizar clique automático após 3s com o *mouse* parado” e após, navegue pela página acessando links, botões ou imagens sem utilizar o clique do *mouse*), o participante lembrou que já tinha a funcionalidade ativada e, portanto, começou a navegar pela página imediatamente. Durante sua navegação, ele notou a necessidade de fazer *login* em sua conta para acessar outras páginas dentro do site. Em seguida, ele direcionou sua navegação para o site “online.unisc.br” e continuou explorando as páginas.

“Que máximo! Sabe que quando eu li 3 segundos, eu pensei que fosse demorado, mas pensando bem não é, porque se fosse mais rápido poderia acabar clicando sem querer em algo que eu não gostaria.” (Usuário C)

Assim como o entrevistado B, o entrevistado C também tentou interagir com a barra superior do navegador sem utilizar o clique do *mouse*. No entanto, ele não obteve sucesso nessa tentativa e retornou à sua navegação na página em questão (nesse momento foi identificado um obstáculo).

As tarefas tarefa 4 (Restaure as configurações padrão do Boto) foi concluída rapidamente e sem dificuldades aparentes. O entrevistado simplesmente abriu a extensão, localizou a opção desejada e clicou nela. No entanto, ao ser solicitado a realizara tarefa 5 (Alterar o tamanho da extensão), o participante demorou um pouco para lembrar o procedimento correto (nesse momento foi identificado um obstáculo). Inicialmente, ele tentou ajustar o *zoom* na aba “Interface”, mas logo percebeu que a opção correta estava na aba “Extras” e conseguiu encontrar a configuração adequada.

Ao executar a tarefa 6 (Desligue e ligue a extensão), o participante concluiu a ação sem enfrentar dificuldades aparentes. Ele imediatamente observou que o ícone do Boto ficou em preto e branco, com o texto “OFF” em vermelho, e fez um comentário sobre essa mudança visual.

Como comentários finais e sugestões, o participante expressou sua satisfação com o Boto, enfatizando sua importância e utilidade para pessoas que enfrentam diferentes tipos de deficiência. Ele destacou que a extensão pode ser uma ferramenta valiosa para melhorar a acessibilidade e a experiência de navegação na *web*.

4.4.2.4 Considerações sobre os testes de usabilidade

O Quadro 7 mostra a relação de problemas identificados pelos participantes, classificados como ruído, obstáculo ou nenhum. Também é apresentado no quadro, um breve comentário sobre essas situações de dificuldades observadas nas sessões de testes pelos entrevistados.

Quadro 7 – Comparativo de dificuldades encontradas nas tarefas por participante

Tarefa	Dificuldade usuário A	Dificuldade usuário B	Dificuldade usuário C	Detalhamento da dificuldade
1. <i>Tooltips</i>	Obstáculo	Ruído	Nenhum	Interpretação da descrição.
2. Personalização	Nenhum	Nenhum	Nenhum	-
3. Clique automático	Ruído	Obstáculo	Obstáculo	Manter a mão no <i>mouse</i> enquanto espera o clique; utilizar elementos que estão fora da página.
4. Restaurar configurações	Nenhum	Nenhum	Nenhum	-
5. Alterar tamanho	Nenhum	Nenhum	Obstáculo	Dificuldade para encontrar a opção.
6. Ligar/Desligar	Nenhum	Nenhum	Nenhum	-

Fonte: Autores (2023).

Durante a execução da tarefa 1, os entrevistados demonstraram facilidade em visualizar as dicas, embora alguns tenham enfrentado dificuldades na interpretação, portanto os textos da aba “Extras” foram posteriormente ajustados. Apenas o usuário C realizou a tarefa 2 e não apresentou dificuldades aparentes. Ao executar a tarefa 3, os participantes tendem a tirar a mão do *mouse* (ponto observado), mas também expressaram certo descontentamento ao lidar com funcionalidades fora da página, como a barra superior do navegador (uma sugestão é implementar o Boto como um programa de computador). Já para as tarefas 4, 5 e 6, os participantes encontraram mais facilidade, porém o usuário C enfrentou dificuldades ao localizar a opção correta na tarefa 5.

Os testes de usabilidade realizados proporcionaram uma validação mais clara das funcionalidades da extensão. Esse processo baseia-se na perspectiva de usuários que não estavam familiarizados com o produto, mas que se enquadram no público-alvo. Portanto, suas opiniões e experiências de uso são especialmente relevantes para avaliar a eficácia da extensão. Por fim, não foi observado problema de barreira, o que significa que os participantes finalizaram todas as tarefas propostas.

4.5 Considerações sobre o desenvolvimento

Apesar de ter concluído quase todas as implementações propostas, não foi possível disponibilizar a extensão na loja do Google, isso porque existe uma série de alterações que devem ser aplicadas no projeto antes de sua publicação. Algumas delas já foram feitas, porém falta atualizar a versão do “manifest” da extensão, que consiste em migrar o código do arquivo “background.js” para um *service worker*, alterar algumas chamadas de API no projeto, substituir alguns ouvintes no código e melhorar a segurança da extensão. E assim como essa alteração na versão do “manifest”, também existem os problemas nas funcionalidades de esconder propaganda e de aceitar solicitações de uso de *cookies*, relatados nos testes do desenvolvedor. Para auxiliar os desenvolvedores do Boto, foi adicionada uma documentação que explica a estrutura e os principais arquivos no “README.md” do projeto (<https://github.com/mateuswolkmer/boto>).

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de um *software* de qualidade requer que a equipe responsável pelo projeto de interface e interação leve em consideração o perfil do público-alvo e aplique boas-práticas pautadas em recomendações de acessibilidade e usabilidade. Nesse contexto, os estudos de Interfaces de Usuários Adaptativas se concentram em pesquisar maneiras de oferecer adaptabilidade aos elementos da interface, de acordo com requisitos e por meio de dados coletados do usuário e de forma automática.

Os trabalhos relacionados apresentados evidenciam a importância da Interface de Usuário Adaptativa e ressaltam que a aplicação prática de suas recomendações é complexa, incluindo desafios como questões interculturais. No entanto, é essencial superar esses obstáculos a fim de tornar a *web* mais acessível. Além disso, ao analisar as aplicações de mercado atualmente utilizadas, é evidente que ainda há um longo caminho a percorrer nesse campo, para tornar as soluções adaptativas uma realidade concreta para os usuários de interfaces *web*.

Por se tratar de uma Interface de Usuário Adaptativa com controle do usuário, o Boto traz um diferencial frente às outras aplicações de mercado mencionadas, visto que elas são consideradas Interfaces de Usuário Adaptável.

Com o intuito de melhorar a acessibilidade das interfaces *web*, o presente trabalho teve por objetivo identificar e desenvolver novas funcionalidades para a extensão Boto. Para isso todos os ajustes e novas funcionalidades propostos foram desenvolvidos e testados para reconhecer seus resultados. Ao realizar os testes por parte do desenvolvedor, foram encontrados alguns problemas não mapeados que correspondiam à versão anterior da aplicação e sanados. No andamento, com a participação de usuários, foram realizados testes de usabilidade, quando se observou que as funcionalidades são utilizadas sem dificuldades aparentes. Destaca-se a nova funcionalidade de realizar clique automático, a qual gerou surpresas e comentários positivos por parte dos participantes.

Portanto, novas funcionalidades como “Acessar elementos automaticamente”, “Dica nas funcionalidades”, “Ampliar tamanho da extensão”, “Ativar/desativar a extensão” e “Restaurar configurações padrão” permitiram evoluir o Boto, melhorando a experiência do usuário e propiciando a plasticidade do *design* de interfaces *web*.

Como trabalhos futuros sugere-se:

- Corrigir as funcionalidades de esconder propagandas e aceitar solicitações de uso de *cookies*.
- Mapear e realizar atualizações necessárias para a publicação da extensão.

- Adicionar funcionalidade que auxilia pessoas daltônicas.
- Adicionar comandos por voz.
- Adicionar Inteligência Artificial.
- Possibilitar que o clique automático do *mouse* tenha um tempo configurável.
- Tornar a customização mais flexível.
- Aplicar ajustes temporariamente, solicitando resposta do usuário se deseja aplicá-los de forma definitiva.
- Implementar o Boto como um programa de computador.

REFERÊNCIAS

- BRIDGE. Bold Design System. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://bold.bridge.ufsc.br/>>. Acesso em: novembro de 2022.
- BROWNE, D.; TOTTERDELL, P.; NORMAN, M. Adaptive user interfaces. [S.l.]: Academic Press Ltd, 1990.
- E-MAG. Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico – Versão 3.1. 2014. Disponível em: <<http://emag.governoeletronico.gov.br/>>. Acesso em: outubro de 2022.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 3. Ed. [S.l.]: ATLAS S.A., 1991. ISBN 85-224-3169-8.
- GOOGLE. Material Design. 2022. Disponível em: <<https://material.io/design/usability/accessibility.html/>>. Acesso em: agosto de 2022.
- GOOGLE. “O que são extensões?”. 2018. Disponível em: <<https://developer.chrome.com/docs/extensions/mv2/overview/>>. Acesso em: outubro de 2022.
- GOOGLE. Extensions. 2023. Disponível em: <<https://developer.chrome.com/docs/extensions/>>. Acesso em: abril de 2023.
- GORDON, K. 5 Visual Treatments that Improve Accessibility. 2022. NN/g. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/visual-treatments-accessibility/>>. Acesso em: novembro de 2022.
- GULLÀ, F.; CAVALIERI, L.; CECCACCI, S.; GERMANI, M.; BEVILACQUA, R. Method to Design Adaptable and Adaptive User Interfaces. In: Stephanidis, C. (eds) HCI International 2015 – Posters’ Extended Abstracts. HCI, 2015. Communications in Computer and Information Science, vol 528. Springer, Cham. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-21380-4_4/>. Acesso em: agosto de 2022.
- KALBACH, J. Mapeamento de experiências: um guia para criar valor por meio de jornadas, blueprints e diagramas. / traduzido por Eveline Vieira Machado. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.
- KRONE, C. Desenvolvimento e teste de componentes de interface acessíveis para um Design System. Universidade Federal de Santa Catarina, jul. 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197794/>>. Acesso em: agosto de 2022.
- KRUG, S. Não me faça pensar. Edição Atualizada. Rio de Janeiro: Alta Books, 2014.
- HOODA, I.; CHHILLAR, R. S. Software test process, testing types and techniques. International Journal of Computer Applications, v. 111, n. 13, 2015.
- LUY, C. *et al.* A Toolkit for Building More Adaptable User Interfaces for Vision-Impaired Users. 2021. IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing.

MAYER, C. *et al.* A comparative study of systems for the design of flexible user interfaces. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, IOS Press, v. 8, n. 2, p. 125–148, mar. 2016. ISSN 1876-1372. Disponível em: <<http://doi.org/10.3233/AIS-160370>>. Acesso em: outubro de 2022.

MIRAZ, M. H.; ALI, M.; EXCELL, P. S. Adaptive user interfaces and universal usability through plasticity of user interface design. In: *Computer Science Review*, Volume 40, 2021.

MORAN, K. Usability Testing 101. 2019. NN/g. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/usability-testing-101/>>. Acesso em: julho de 2023.

MOZILLA. “O que são extensões?”. 2022. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Mozilla/Add-ons/WebExtensions/What_are_WebExtensions>. Acesso em: outubro de 2022.

NIELSEN, J. Usability 101: Introduction to Usability. 2012. NN/g. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>>. Acesso em: novembro de 2022.

NIELSEN, J.; NORMAN, D. The Definition of User Experience (UX). 1998. NN/g. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>>. Acesso em: novembro de 2022.

ROCHA, H. V.; BARANAUSKAS, M. C. C. Design e avaliação de interfaces humano-computador. 2003. Campinas: NIED/UNICAMP. Disponível em: <<https://www.nied.unicamp.br/biblioteca/design-e-avaliacao-de-interfaces-humano-computador/>>. Acesso em: maio de 2023.

ROGERS, Y. *et al.* Design de interação: além da interação humano-computador. [S.l.]: Bookman, 2013.

ROMERO, O. J. *et al.* A Long-Term Evaluation of Adaptive Interface Design for Mobile Transit Information. 2020. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 39, 1–11.

SALES, M. Acessibilidade Toolkit. 2018. Disponível em: <<http://acessibilidadetoolkit.com/>>. Acesso em: outubro de 2022.

SOUZA, M. W.; BAGATINI, D. D. S. Interfaces adaptativas: melhorando a experiência de interação do usuário com o sistema. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul. 2020.

STRACHAN, J. Adaptive vs responsive web design. [S.l.]. 2017. Disponível em: <<https://uxplanet.org/adaptive-vs-responsive-web-design-eead0c2c28a8>>. Acesso em: outubro de 2022.

W3C. World Wide Web Consortium. 2022. Disponível em: <<https://www.w3.org/>>. Acesso em: agosto de 2022.

WCAG. Web Content Accessibility Guidelines. 2008. Disponível em: <
<https://www.w3.org/TR/2008/REC-WCAG20-20081211/>>. Acesso em: agosto de 2022.

APÊNDICE A – ROTEIRO UTILIZADO NAS ENTREVISTAS

Momento: APRESENTAÇÃO

Prazer, eu sou o Renato e antes de tudo gostaria de te agradecer pela tua participação. Essa entrevista consiste na realização de algumas atividades que você desempenhará em uma extensão para navegador, falando nisso, você sabe o que é uma extensão para navegador?

Se sim: que bacana, então já deve estar habituado(a) a instalar e alterar configurações dela né? Perfeito!

Se não: não tem problema, eu te explico. Uma extensão para navegador é basicamente uma ferramenta que você pode instalar no seu navegador de internet, que vai te auxiliar com algum propósito.

A extensão que iremos ver hoje é chamada de Boto, ela foi desenvolvida como trabalho de conclusão de um ex-colega, e o meu trabalho de conclusão consiste em adicionar novas funcionalidades e melhorias para ela.

Antes da gente começar eu só tenho mais uma pergunta: você possui alguma deficiência visual ou cognitiva que te atrapalha quando está navegando na internet? Se sim, pode me explicar?

Momento: TAREFAS-CHAVE

Certo, agora vou pedir que você acesse o primeiro site que vem em sua mente. Após isso, vamos para as atividades:

1. Acesse a extensão Boto, preencha o questionário inicial e observe se o site vai apresentar alguma alteração;
2. Abra o Boto novamente, e na aba “Interface” modifique cada uma das configurações de modo que te agrade;
3. Vá na aba “Perfil” e altere os campos;
4. Vá na aba “Extras” e me explique se entende para que serve cada uma das configurações.

Momento: ENCERRAMENTO

E aí, o que achou do Boto?

Percebeu alguma dificuldade para utilizar?

Tem sugestão de algo que poderia ser melhorado ou adicionado?

Muito obrigado novamente por ter participado dessa entrevista, foi um prazer, até mais!

APÊNDICE B – CENÁRIOS DE TESTE DO DESENVOLVEDOR

Quadro 8 – Cenários de teste do desenvolvedor

Item	Funcionalidade	Cenário de teste	Resultado
1.	Questionário	Ao preencher todo o questionário e enviar, as informações preenchidas devem ser aplicadas.	Passou
2.	Questionário	Ao preencher parcialmente o questionário e clicar no “X”, as informações preenchidas devem ser aplicadas.	Passou
3.	Questionário	Ao clicar no “X” sem preencher o questionário, todas as informações de perfil devem estar no valor padrão.	Passou
4.	Questionário	Ao clicar no botão “Pular” do questionário, as informações de perfil devem estar no valor padrão.	Passou
5.	Questionário	É possível avançar em todas as etapas utilizando a tecla “Enter” ou “NumpadEnter”.	Passou
6.	Questionário	Ao avançar ou retroceder uma etapa do questionário, os campos estarão em foco.	Passou
7.	Questionário	Ao finalizar o preenchimento do questionário, as alterações necessárias são aplicadas automaticamente na página.	Passou
8.	<i>Tooltip</i>	Ao mover o <i>mouse</i> para cada um dos elementos que possuem <i>tooltip</i> na extensão, deve aparecer sua respectiva dica.	Passou
9.	Geral	Deve ser possível navegar entre as 3 abas da extensão.	Passou
10.	Armazenamento	Ao fechar o navegador e abrir novamente, todas as configurações se mantêm salvas.	Passou
11.	Armazenamento	Ao apagar os dados do “localStorage” e abrir a extensão novamente, o questionário deverá aparecer e a extensão poderá ser preenchida novamente.	Passou
12.	Brilho e contraste	Ao alterar o brilho e o contraste, o estilo é aplicado corretamente na página e não gera <i>scroll</i> lateral.	Passou
13.	<i>Zoom</i>	Ao alterar parâmetro de <i>zoom</i> , o conteúdo da página é ampliado e redimensionado corretamente.	Passou
14.	Espaçamento	Ao alterar o espaçamento, todos os textos da página são afetados.	Passou
15.	Geral	É possível alterar os parâmetros de brilho, contraste, <i>zoom</i> e espaçamento tanto pelo <i>slider</i> quanto pelos botões.	Passou
16.	Esconder elementos	Ao esconder elementos do tipo “Imagens”, todas as imagens da página somem.	Passou
17.	Esconder elementos	Ao esconder elementos do tipo “Propaganda”, todas as propagandas da página somem.	Falhou

18.	Esconder elemento específico	Ao utilizar a funcionalidade de esconder elemento específico e selecionar um elemento da página, ele some.	Passou
19.	Esconder elemento específico	Ao iniciar seleção para esconder elemento específico, voltar para a extensão, sair da extensão e clicar em um elemento da página, ele não deve ser escondido.	Passou
20.	Esconder elemento específico	Ao esconder elementos da página e clicar no botão “Restaurar seleção”, estes elementos voltam a aparecer.	Passou
21.	Perfil	Ao alterar o nome do usuário, ele reflete na saudação da extensão, assim como será reenviado o perfil de usuário, aplicando suas configurações.	Passou
22.	Perfil	Ao alterar a idade do usuário, será reenviado o perfil de usuário, aplicando suas configurações.	Passou
23.	Perfil	Ao alterar a deficiência visual, será reenviado o perfil de usuário, aplicando suas configurações.	Passou
24.	Perfil	Ao alterar a deficiência motora (mãos), será reenviado o perfil de usuário, aplicando suas configurações.	Passou
25.	Perfil	Ao alterar a deficiência cognitiva, será reenviado o perfil de usuário, aplicando suas configurações.	Passou
26.	Perfil	Ao alterar a mão predominante, será reenviado o perfil de usuário, aplicando suas configurações.	Passou
27.	Perfil	Testar diferentes combinações comparando com as predefinições de adaptabilidade.	Passou
28.	Adaptar elementos de baixa acessibilidade	Ao ativar a opção de adaptar automaticamente elementos de baixa acessibilidade, são corrigidos automaticamente os elementos com baixo nível de contraste na página.	Passou
29.	Adaptar elementos de baixa acessibilidade	Ao desativar a opção de adaptar automaticamente elementos de baixa acessibilidade, as cores padrão da página que foram alteradas por essa funcionalidade voltam ao normal.	Passou
30.	Realizar clique automático	Ao ativar a opção de realizar clique automático após 3s com o <i>mouse</i> parado, é possível navegar por múltiplos elemento da página sem realizar um clique no <i>mouse</i> .	Passou
31.	Realizar clique automático	Ao ativar a opção de realizar clique automático após 3s com o <i>mouse</i> parado, se estiver com o <i>mouse</i> parado, mas utilizando o botão de rolagem do <i>mouse</i> na página, não deve ser acionado o clique.	Passou
32.	Realizar clique automático	Ao desativar a opção de realizar clique automático após 3s com o <i>mouse</i> parado e deixar o <i>mouse</i> parado por cima de elementos da página, eles não acionados.	Passou
33.	Alterar tamanho da extensão	Ao ativar/desativar a opção de aumentar o tamanho da extensão, é possível ver o tamanho da extensão sendo alterado.	Passou

34.	Aceitar solicitações de uso de <i>cookies</i>	Ao ativar a opção de aceitar automaticamente todas as solicitações de uso de <i>cookies</i> , e recarregar a página, essas solicitações não aparecem na tela (testar em guia anônima com o <i>cache</i> limpo).	Falhou
35.	Aceitar solicitações de uso de <i>cookies</i>	Ao desativar a opção de aceitar automaticamente todas as solicitações de uso de <i>cookies</i> , as solicitações aparecem na tela (testar em guia anônima com o <i>cache</i> limpo).	Passou
36.	Restaurar configurações	Ao restaurar configurações, todas as opções marcadas que são diferentes do padrão para o perfil de usuário devem ser removidas, assim como suas configurações de brilho, contraste, <i>zoom</i> e espaçamento devem estar no valor correto.	Passou
37.	Desligar extensão	Ao desligar a extensão, todos os estilos, elementos removidos e demais alterações na página devem ser alterados, assim como o ícone do boto deve ser alterado para o ícone de desligado e o conteúdo da extensão deve ser oculto, restando apenas o <i>header</i> e o <i>footer</i> .	Passou
38.	Desligar extensão	Ao desligar e ligar a extensão, todas as configurações que foram desligadas, devem ser ligadas e inseridas na página novamente, assim como o conteúdo da extensão deve voltar a aparecer e o ícone do boto deve voltar ao padrão (testar com múltiplas configurações, ligadas e desligadas para garantir que todas elas são mantidas corretamente).	Passou

Fonte: Autores (2023).

APÊNDICE C – PLANO DE TESTE PARA OS TESTES DE USABILIDADE

1. O objetivo do teste: o que se deseja obter?

Deseja-se entender se as funcionalidades da extensão são claras e auxiliam o participante.

2. Quando e onde o teste irá acontecer?

Durante o mês de junho, presencialmente.

3. Qual a duração prevista de cada sessão de teste?

Aproximadamente 30 minutos.

4. Qual o suporte computacional necessário?

Computador com Google Chrome instalado, monitor, *mouse*, teclado.

5. Qual software precisa estar instalado?

Google Chrome e extensão para Chrome “Boto”.

6. Qual deverá ser o estado do sistema no início do teste?

Google Chrome aberto, com extensão já instalada.

7. Quem executará o teste (experimentador)?

Renato Machado.

8. Quem serão os participantes? (observação: encontre usuários que reflitam o seu público-alvo. Você só precisa de 3 participantes/usuários.)

Usuários com dificuldade de visão e dificuldade motora (ou impossibilidade de uso dos dedos de sua mão predominante).

9. Quantos usuários serão necessários?

De 3 a 5.

10. Quais tarefas serão solicitadas aos usuários (detalhe a tarefa)?

1. Mova o *mouse* para cima de cada uma das opções e descreva o que você entende por elas;

2. Personalize as configurações para sua necessidade;
3. Ative a funcionalidade extra de “Realizar clique automático após 3s com o *mouse* parado” e após, navegue por uma página acessando links, botões ou imagens sem utilizar o clique do *mouse*;
4. Restaure as configurações padrão do Boto;
5. Altere o tamanho da extensão;
6. Desligue e ligue a extensão.

Obs.: os ajustes e melhorias serão avaliadas durante a ambientação do usuário e a tarefa 2. Já, nas tarefas 1, 3, 4, 5 e 6 serão avaliadas as novas funcionalidades implementadas.

11. Qual critério será utilizado para definir que os usuários terminaram cada tarefa corretamente (detalhe com base na tarefa)?

Caso o entrevistado...

1. tenha conseguido utilizar os *tooltips* e descrevê-los corretamente (conforme a funcionalidade);
2. consiga realizar as alterações e esteja contente com sua configuração (através de sua expressão);
3. ative a funcionalidade e consiga utilizá-la;
4. encontre e consiga restaurar as configurações;
5. encontre e consiga alterar o tamanho da extensão;
6. encontre e consiga desligar e ligar a extensão.

12. Quanto o experimentador poderá ajudar o usuário durante o teste?

Somente quando o usuário solicitar sem que isso influencie em sua jornada.

13. Quais dados serão coletados e como serão analisados uma vez que tenham sido coletados?

Áudio e vídeo que serão posteriormente analisados com calma, e documentados no formato de jornada do usuário, evidenciando suas emoções, ações e percepção/ruído/obstáculo/barreira.

14. Qual o critério para determinar que a interface é um sucesso? (vinculados ao objetivo)

O participante deve ser capaz de executar todas as tarefas sem enfrentar nenhum problema do tipo barreira e manifestar que a extensão o ajuda na navegação.

APÊNDICE D – ROTEIRO UTILIZADO NOS TESTES DE USABILIDADE

Momento: APRESENTAÇÃO

Prazer, eu sou o Renato e muito obrigado por ter aceitado participar dessa sessão comigo!

Primeiramente, gostaria de ler o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE E) para que estejas ciente do uso da nossa conversa, está bem?

mostrar o termo, confirmando se está de acordo

Perfeito então, agora te conduzirei em uma sessão de testes de usabilidade da extensão Boto para navegador Chrome, que serve como uma espécie de película na página da *web* com o intuito de auxiliar o usuário em sua navegação.

Tem alguma dúvida antes de começarmos?

Momento: AMBIENTAÇÃO

A extensão já está instalada, ela fica aqui no canto *mostrar*, então pode abri-la e seguir os passos que aparecerem na tela. Lembre-se que pensar alto (*think aloud*) será muito útil para minha análise.

Sinta-se à vontade para explorar a interface e ver seu funcionamento em alguma página do seu interesse.

Você consegue ver as alterações sendo aplicadas na página? Cite um exemplo de uma alteração que aconteceu.

Momento: TAREFAS-CHAVE

Legal! Agora você irá realizar algumas tarefas sem a minha ajuda, ok?

Primeiramente, gostaria que acessasse sua página da *web* preferida.

Vamos começar:

1. Mova o *mouse* para cima de cada uma das opções e descreva o que você entende por elas;
2. Personalize as configurações para sua necessidade;
3. Ative a funcionalidade extra de “Realizar clique automático após 3s com o *mouse* parado” e após, navegue pela página acessando links, botões ou imagens sem utilizar o clique do *mouse*;
4. Restaure as configurações padrão do Boto;
5. Altere o tamanho da extensão;
6. Desligue e ligue a extensão.

Momento: ENCERRAMENTO

E aí, o que achou do Boto?

Você tem alguma sugestão ou algo a acrescentar?

Muito obrigado novamente, sua participação foi muito importante para a minha pesquisa!

APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de um teste de usabilidade da extensão Boto que faz parte do trabalho de conclusão de curso intitulado “Melhorando a acessibilidade das interfaces *web* com o uso do Boto”. Este trabalho tem como objetivo identificar e desenvolver novas funcionalidades para a extensão Boto, com o intuito de melhorar a acessibilidade das interfaces *web*.

Este trabalho é de responsabilidade do aluno, Renato dos Santos Machado Junior, estudante do curso de Engenharia de Computação da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), orientado pela Profa. Dra. Daniela Duarte da Silva Bagatini. Como justificativa, o trabalho visa melhorar a relação do usuário com seu ambiente de navegação, permitindo uma adaptação das interfaces *web* no navegador Chrome através do perfil do usuário.

O teste de usabilidade da extensão Boto será gravado em áudio e vídeo para fins de análise e documentação posterior e envolve os seguintes momentos:

- 1. Apresentação:** do que se trata a sessão de teste e respostas aos questionamentos do participante.
- 2. Ambientação:** o participante pode navegar pela extensão Boto para conhecê-la.
- 3. Tarefas-chave:** o participante executa as tarefas solicitadas pelo experimentador.
- 4. Encerramento:** o participante traz suas considerações e responde aos questionamentos.

Ressaltamos a garantia da participação quanto à privacidade, anonimato e confidencialidade. Esclarecemos que a sua participação é voluntária e, portanto, preserva-se o seu direito de não fornecer as informações e/ou colaborar com a atividade solicitada pelo experimentador. Contudo, mesmo que você tenha concordado em participar, saiba que, a qualquer momento, caso se sinta desconfortável, cansado ou constrangido com alguma tarefa e/ou com alguma pergunta, você pode mudar de ideia e desistir do teste sem nenhum prejuízo. Solicitamos, ainda, sua autorização, para apresentar os dados deste teste em publicações de revista científica nacional e/ou internacional. Por ocasião da publicação, o seu nome será mantido em sigilo absoluto. Informamos que os dados da pesquisa, em arquivo, físico e digital, serão mantidos sob guarda e responsabilidade do experimentador por um período de 2 (dois) anos.

O experimentador está à sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa do teste pelo e-mail renatochavecinza@gmail.com e telefone (51) 99602-5245.

Você está de acordo com este termo?