

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Bruno Frizzo Trojahn

**ROTEIRO PARA MELHORIA DA USABILIDADE E ACESSIBILIDADE  
NA WEB**

Santa Maria, RS  
2023

Bruno Frizzo Trojahn

## **ROTEIRO PARA MELHORIA DA USABILIDADE E ACESSIBILIDADE NA WEB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Sistemas de informação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Sistemas de informação**.

Orientador: Prof. Eduardo Kessler Piveta

Santa Maria, RS  
2023



**Bruno Frizzo Trojahn**

**ROTEIRO PARA MELHORIA DA USABILIDADE E ACESSIBILIDADE NA WEB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Sistemas de informação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Sistemas de informação**.

**Aprovado em 19 de julho de 2023:**

---

**Eduardo Kessler Piveta, Dr. (UFSM)**  
**(Presidente/Orientador)**

---

**Lisandra Manzoni Fontoura, Dr. (UFSM)**

---

**Giliane Bernardi, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2023

## DEDICATÓRIA

A minha mãe, meu pai e meus avós, que são a base de toda minha vida e à quem sempre serei grato.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus familiares e amigos, aos meus professores e colegas, e a todos de alguma forma me ajudaram durante esse ciclo.

## RESUMO

# ROTEIRO PARA MELHORIA DA USABILIDADE E ACESSIBILIDADE NA WEB

AUTOR: Bruno Frizzo Trojahn  
Orientador: Eduardo Kessler Piveta

### RESUMO

A internet é amplamente utilizada por mais de 5 bilhões de pessoas em todo o mundo, representando mais de 60% da população global. Para garantir uma experiência satisfatória a todos os usuários, é crucial adotar princípios de design e navegação *web*, bem como priorizar a acessibilidade. Disponibilizar conteúdo e sistemas na *web* é ineficiente se os usuários não compreenderem a estrutura do sítio ou não conseguirem resolver seus problemas. Portanto, é fundamental melhorar a usabilidade e acessibilidade em sistemas *web*. A usabilidade se refere à facilidade de uso de um sistema, permitindo que os usuários atinjam seus objetivos de forma eficiente. Já a acessibilidade visa garantir que todos, incluindo pessoas com deficiências, possam perceber, operar e compreender o conteúdo e as funcionalidades do sítio. Ao projetar páginas *web*, é essencial considerar a usabilidade e a acessibilidade desde o início. Isso envolve criar uma estrutura clara e intuitiva, com elementos de navegação bem definidos. Além disso, é importante seguir diretrizes de acessibilidade, como fornecer alternativas textuais para imagens e garantir um contraste adequado entre texto e fundo. Este trabalho tem como objetivo apresentar um roteiro para aprimorar a usabilidade e acessibilidade em sistemas *web* já desenvolvidos. Ao seguir esse roteiro, os desenvolvedores poderão melhorar a experiência do usuário, permitindo que todos, independentemente de suas habilidades ou limitações, utilizem e compreendam os sistemas *web* de maneira efetiva e satisfatória.

**Palavras-chave:** *Web*. Usabilidade. Acessibilidade. (...)

## **ABSTRACT**

### **GUIDE TO IMPROVE WEB USABILITY AND ACCESSIBILITY**

**AUTHOR:** Bruno Frizzo Trojahn  
**ADVISOR:** Eduardo Kessler Piveta

#### **RESUMO**

The internet is widely used by more than 5 billion people around the world, representing more than 60% of the global population. To ensure a satisfactory experience for all users, it is crucial to adopt web design and navigation principles, as well as prioritizing accessibility. Making content and systems available on the web is inefficient if users don't understand the structure of the site or can't solve their problems. Therefore, it is essential to improve usability and accessibility in web systems. Usability refers to the ease of use of a system, allowing users to achieve their goals efficiently. Accessibility aims to ensure that everyone, including people with disabilities, can perceive, operate and understand the content and functionality of the website. When designing web pages, it's essential to consider usability and accessibility from the start. This involves creating a clear and intuitive structure, with well-defined navigation elements. Additionally, it's important to follow accessibility guidelines, such as providing textual alternatives for images and ensuring adequate contrast between text and background. This work aims to present a guide to improve usability and accessibility in already developed web systems. By following this guide, developers will be able to improve the user experience, allowing everyone, regardless of their abilities or limitations, to use and understand web systems effectively and satisfactorily.

**Keywords:** Web. Usability. Accessibility (...)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de atividades do roteiro. ....	19
Figura 2 – Avaliar usabilidade - Funções. ....	20
Figura 3 – Exemplo de escala <i>Likert</i> . ....	22
Figura 4 – Avaliar acessibilidade - Funções ....	24
Figura 5 – Exemplo de checklist de diretrizes. ....	26
Figura 6 – Priorizar melhorias - Funções ....	27
Figura 7 – Implementar melhorias - Funções ....	28
Figura 8 – Inspeccionar aplicação de melhorias - Funções ....	29
Figura 9 – Cadastro de abastecimentos na plataforma Verden ....	30
Figura 10 – Registro de heurística violada ....	31
Figura 11 – Relatório gerado pela ferramenta <i>Lighthouse</i> ....	33

## LISTA DE SIGLAS

WWW	World Wide Web
W3C	World Wide Web Consortium
WAI	Web Accessibility Initiative
HTML	HyperText Markup Language
SUS	System Usability Scale
LBI	Lei Brasileira de Inclusão da pessoa com deficiência
WCAG	Web Content Accessibility Guidelines
UML	Unified Modeling Language
URL	Uniform Resource Locator

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
2.1	USABILIDADE WEB .....	12
2.2	ACESSIBILIDADE WEB .....	14
<b>2.2.1</b>	<b>Diretrizes</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Design universal</b> .....	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>ROTEIRO PARA MELHORIA DA USABILIDADE E ACESSIBILIDADE DE APLICAÇÕES WEB</b> .....	<b>18</b>
3.1	AVALIAR USABILIDADE .....	19
3.2	AVALIAR ACESSIBILIDADE .....	23
3.3	PRIORIZAR OPORTUNIDADES DE MELHORIAS .....	26
3.4	IMPLEMENTAR MELHORIAS .....	27
3.5	INSPECIONAR APLICAÇÃO DE MELHORIAS .....	28
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO: APLICANDO O ROTEIRO NO SISTEMA DA EMPRESA VERDEN</b> .....	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A internet é utilizada, atualmente, por cerca de 5 bilhões de pessoas, o que representa mais de 60% da população mundial. Muito próximo a esse número está a quantidade de pessoas que são donas de *smartphones*, chegando a 67% da população do mundo (KEMP, 2022). Com isso, é possível se ter ideia do desafio que existe para que todos possam usufruir dessa tecnologia de maneira satisfatória.

Dada a importância da internet nos dias de hoje, é fundamental pensar na usabilidade das páginas *web*. O termo usabilidade está diretamente relacionado com a facilidade de uso, podendo ser definido como um atributo de qualidade que determina o quão fácil de se usar é uma interface. Há cinco componentes que a compõem: capacidade de aprendizagem; eficiência; capacidade de memorizar; erros; e satisfação (NIELSEN, 2012).

As necessidades e os objetivos dos usuários ao acessarem um sítio na *web* são diversificados e individualizados. Além disso, um sítio pode ser considerado amigável para uma pessoa, e parecer tedioso para outra (NIELSEN, 1993). Embora a usabilidade possa parecer um conceito abstrato, é possível mensurá-la e avaliá-la por meio de diretrizes e testes com usuários, resultando em melhorias na qualidade de uso das interfaces. Essa abordagem sistemática permite a identificação de problemas e a implementação de soluções que visam atender às expectativas e necessidades dos usuários, aprimorando sua experiência e garantindo um maior grau de satisfação.

Quando não levada em consideração, a usabilidade de um sítio pode acabar por afastar os usuários. Em geral, usuários que não têm uma boa experiência de uso e passam por algum tipo de frustração, gerada por uma má experiência de uso, tendem a abandonar um sítio (NIELSEN; LORANGER, 2006). Em um primeiro momento, a estética e a aparência podem chamar a atenção, mas não serão elas que manterão o usuário navegando no sítio. Para empresas, isso significa a perda de um possível cliente. Para sítios governamentais, pode resultar em um insucesso na busca por informações e serviços.

Além da usabilidade, é fundamental também pensar em acessibilidade na *web*, pois é ela que possibilita que qualquer pessoa, mesmo aquelas com necessidades especiais, consigam utilizar uma página *web* (KALBACH, 2009). Um sítio acessível permite que um portador de alguma deficiência consiga acessar e entender o sítio da mesma forma que qualquer outro usuário, além de facilitar o entendimento para usuários mais novatos e/ou idosos.

Atualmente, diversos países contam com leis e políticas que regulamentam a questão da acessibilidade nas páginas *web*. No Brasil, foi sancionada em 2015 a chamada Lei Brasileira de Inclusão da pessoa com deficiência (LBI), a qual contém um

capítulo que estabelece como obrigatória a acessibilidade nos sítios da internet mantidos por empresas ou órgãos do governo (Movimento Web Para Todos, 2023).

Todavia, parece que desenvolvedores e responsáveis pelos sítios ainda não enxergam esse tema com a devida importância. Segundo Movimento Web para Todos (2022), ao realizar testes em mais de 30 milhões de sítios brasileiros, identificou-se que menos de 1% deles passaram nos testes de acessibilidade. Com isso, fica ainda mais evidente o desafio de tornar a *web* um ambiente universal, proporcionando acesso à todos.

Desta forma, o objetivo geral desse trabalho é desenvolver um roteiro para melhoria da usabilidade e acessibilidade em sistemas *web*, visando auxiliar desenvolvedores em projetos de *software* já desenvolvidos e em uso. Os objetivos específicos são: introduzir o conceito de usabilidade *web*; introduzir o conceito de acessibilidade *web*; e detalhar as fases do roteiro.

Para verificar que o objetivo foi atingido, o roteiro desenvolvido foi aplicado ao sistema da Verden, empresa de tecnologia no segmento de gestão de frotas, que dispõe de uma plataforma *web* para seus clientes acessarem os relatórios e análises dos veículos. Após a aplicação, foi feita uma verificação dos resultados obtidos com o uso do roteiro.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: o capítulo 2 traz uma revisão de literatura sobre os temas abordados; o capítulo 3 trata sobre o desenvolvimento geral do trabalho; o capítulo 4 apresenta um estudo caso aplicando o roteiro desenvolvido; e por fim, no capítulo 5 é apresentada a conclusão do trabalho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 USABILIDADE WEB

Usabilidade é geralmente considerada como um fator de qualidade do *software* que busca fornecer respostas para os problemas frustrantes causados pela interação entre pessoas e tecnologia. Ela descreve a qualidade de produtos e sistemas sob a perspectiva de seus usuários. Diversas definições de usabilidade têm sido propostas, variando de acordo com os modelos nos quais se baseiam.

A norma *International Organization for Standardization (ISO) 9241-11 (Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritório com Terminais de Visualização)* - Parte 11, oferece orientações sobre usabilidade, introduzindo requisitos e recomendações a serem aplicados durante o projeto e a avaliação de aplicativos. A norma define usabilidade como "a extensão na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico". Nessa definição, eficácia refere-se à precisão e à completude com que os usuários alcançam os objetivos estabelecidos, eficiência diz respeito aos recursos despendidos na realização dos objetivos de maneira eficaz, e satisfação é descrita como o conforto e a aceitabilidade do uso. Problemas de usabilidade, portanto, dizem respeito a aspectos que dificultam a utilização efetiva, eficiente e satisfatória do produto ou sistema pelos usuários.

Para Nielsen (2012), o termo usabilidade está diretamente relacionado com a facilidade de uso, podendo ser definido como um atributo de qualidade que determina o quão fácil de se usar é uma interface. Há cinco componentes que a compõe: capacidade de aprendizagem; eficiência; capacidade de memorizar; erros; e satisfação. Capacidade de aprendizagem é o nível de facilidade que os usuários tem para aprender a usar e compreender o sistema. Eficiência é o nível de produtividade que os usuários tem depois de aprender a usar o sistema. Capacidade de memorização se refere ao nível de facilidade que os usuários tem de lembrar o funcionamento do sistema após um período sem utilizá-lo. Erros se refere à frequência, severidade e facilidade de recuperação de erros. Por fim, satisfação é o quão agradável é de se utilizar o sistema (NIELSEN, 2012).

Outra abordagem interessante é descrita por Bevan (1995), que traz junto com a usabilidade o conceito de utilidade. Para o autor, de nada adianta um produto usável mas que não é útil. Com uma abordagem mais abrangente, ele sugere relacionar a usabilidade com a qualidade de uso, juntando a utilidade com aspectos como eficácia, eficiência, acessibilidade, facilidade de aprendizado e satisfação do usuário. A usabi-

lidade, portanto, não é um atributo isolado, mas sim um componente da qualidade de uso geral de um sistema (BEVAN, 1995).

Bevan (1995) ainda destaca a importância de considerar o contexto de uso ao avaliar a usabilidade. Ele sugere que a usabilidade de um sistema pode variar dependendo do contexto em que é usado, incluindo o ambiente físico, a tarefa que está sendo realizada e as características individuais do usuário.

Para melhorar a usabilidade web, existem diversos aspectos que devem ser considerados ao desenvolver uma página para a internet, como a clareza e a organização da interface, a facilidade de navegação e localização de informações, a consistência visual e de interação, a adequação das instruções e *feedbacks* fornecidos ao usuário, além da eficiência e velocidade de carregamento das páginas. Também é importante considerar a acessibilidade, detalhada no capítulo 3, para garantir que o sítio seja acessível a todos os usuários, incluindo pessoas com deficiências ou restrições.

A navegação é um dos elementos mais importantes quando se trata da construção de um *website*, pois ela afeta diretamente na usabilidade e eficiência do mesmo. Uma navegação ineficaz pode dificultar para os usuários encontrarem o que procuram, levando-os a abandonar o site. Por outro lado, se bem desenvolvida, a navegação pode aumentar a confiança e a segurança de quem utiliza um site, ajudando a criar uma boa impressão (KRUG, 2008).

Em um sentido amplo, pode-se entender navegação como uma prática de explorar espaços, sejam físicos ou virtuais. Na *web*, esse processo é feito através de diversos elementos, que objetivam auxiliar o usuário na busca de informações e fornecer orientação enquanto estão interagindo com uma página. Segundo Kalbach (2009), a navegação *web* determina a importância e a relevância das páginas e do conteúdo do site, influenciando inclusive na forma como os usuários vivenciam as informações.

Para que se consiga satisfazer igualmente os objetivos do usuário e os objetivos de negócio da empresa, uma interface *web* deve ser pensada e projetada com bases em áreas do conhecimento que vão além da organização de informações, incluindo também *layout* e *design* (KALBACH, 2009).

Entre os itens que compõem uma boa navegação, estão os menus laterais e horizontais, as barras de pesquisa, identificação de qual página o usuário está, filtros, entre outros. Segundo Krug (2008), um sistema de navegação efetivo deve ser visível e consistente. Sendo assim, todos esses elementos devem estar dispostos de maneira adequada, para que sejam fáceis de entender e usar, e devem ser usados da mesma maneira em todas as páginas do site.

Em seu livro "Designing Web Navigation", Kalbach (2009) destaca a importância da navegação em sítios para fornecer orientação aos usuários. A navegação não se resume apenas a ir de uma página para outra, mas também em prover informações sobre a localização do usuário no site. O autor ressalta que a localização é normal-

mente indicada ao destacar a opção selecionada em um menu de navegação, por meio de uma "trilha de migalhas de pão" ou com uma notação "Você está aqui".

Além disso, Kalbach (2009) enfatiza que a compreensão de uma determinada página pode melhorar com o entendimento de seu relacionamento com outras páginas, principalmente ao entrar em uma página de um sítio em níveis mais baixos da estrutura. Ainda, saber onde o usuário está pode indicar o grau de precisão das informações encontradas, além de fornecer um senso de fechamento na busca por informações. Em suma, a navegação em sítios é fundamental para fornecer orientação e contextos aos usuários durante a interação com o conteúdo do site.

É pertinente também destacar os desafios envolvendo a navegação *web* em dispositivos móveis, os quais têm ligação com o tamanho e resolução de tela, bem como às limitações de entrada de dados em comparação com outros dispositivos maiores. Essas considerações podem afetar significativamente a usabilidade e a eficácia da navegação em dispositivos móveis. Para Wroblewski (2011), isso tudo reforça a importância de priorizar o que realmente importa para os usuários e para os negócios, que necessitam de soluções mais simples e inovadoras.

As situações em que os dispositivos móveis são utilizados para acessar a internet também implica em algumas mudanças. Na maior parte dos casos, os usuários não estão sentados em um escritório focados apenas no conteúdo do site. Estão imersos em situações cotidianas e com a atenção dividida em mais de uma tarefa. Por isso, o design precisa ser claro e preciso, trazendo foco para o que realmente importa (WROBLEWSKI, 2011).

## 2.2 ACESSIBILIDADE WEB

É consenso que, atualmente, grande parte da população mundial está de alguma forma conectada à internet. Pensando nisso, é essencial que os recursos da *web* sejam pensados e desenvolvidos de forma que todas as pessoas possam usufruir igualmente, sem barreiras e dificuldades. Nesse contexto, a acessibilidade *web* é o que garante que todos os usuários consigam entender, navegar, perceber e interagir com as páginas da *web*, sem tomar nenhum prejuízo por conta de suas condições e/ou possíveis deficiências (W3C Escritório Brasil, 2023).

Para alguns usuários, a acessibilidade é indispensável, pois suas necessidades são permanentes e comprometem a sua experiência de uso. Entretanto, existem também outros grupos de pessoas que se beneficiam dessa facilidade. São eles: os idosos, com uma população em níveis crescentes; os analfabetos, os quais representam 8% dos brasileiros; e os analfabetos funcionais, condição que 22% da população brasileira carrega consigo (INAF, 2023).

Tim Berners-Lee, considerado como o "pai da internet", considera a acessibilidade como algo essencial, pois colabora com a universalidade da *web* (SHAWN, 2005). Levando a conta a quantidade de informações e serviços que fazem uso da internet, é inaceitável que pessoas sejam impedidas de acessar os conteúdos por conta de alguma limitação ou deficiência.

Diversas barreiras de comunicação e interação foram derrubadas com o advento da internet. Entretanto, *websites* mal pensados e projetados podem acabar criando problemas e excluindo alguns usuários (SHAWN, 2005). Para evitar esse tipo de problema, a acessibilidade deve ser colocada em pauta desde o início do projeto de um *site*. Shawn (2005) ainda reforça: "Acessibilidade é essencial para desenvolvedores e organizações que desejam criar sítios de alta qualidade, e não querem excluir pessoas de usar seus produtos e serviços".

Desenvolver uma página *web* acessível envolve a utilização de diversos componentes, que trabalhando em conjunto proporcionam uma experiência livres de barreiras para qualquer usuário. Segundo Shawn (2018), esses componentes incluem:

1. Conteúdo da página.
2. Agentes de usuário, como *web browsers*.
3. Tecnologias assistidas (leitores de tela, teclados alternativos).
4. Experiência do usuário.
5. Desenvolvedores.
6. Sistemas de autoria (*softwares* que criam *websites*).
7. Ferramentas de avaliação.

A relação entre os componentes e as suas dependências são o que tornam a *web* acessível. Por exemplo, para tornar uma imagem compreensível para um usuário com problemas visuais, deve-se seguir os seguintes passos: o desenvolvedor deve fornecer uma alternativa em texto para a imagem no código fonte da página; os agentes de usuário devem fornecerem uma interação entre o humano e a alternativa em texto; as ferramentas de avaliação devem conferir se a alternativa em texto existe; e o usuário deve saber como utilizar o agente de usuário para consumir a informação da alternativa em texto.

### 2.2.1 Diretrizes

Ao longos dos anos, foram desenvolvendo-se alguns guias e padrões para ajudar a disseminar a acessibilidade na *web*, como por exemplo o *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), publicado em sua primeira versão no ano de 1999 (World Wide Web Consortium, 1999). Esse guia é um conjunto de recomendações para tornar o conteúdo da *web* mais acessível, especialmente para pessoas com deficiência (World Wide Web Consortium, 2014). O WCAG é desenvolvido e mantido pelo *World Wide Web Consortium* (W3C), uma comunidade internacional dedicada ao desenvolvimento de padrões *web* (World Wide Web Consortium, 2023a), e já esta na sua segunda versão desde 2008 (World Wide Web Consortium, 2014).

As WCAG são importantes para a acessibilidade na Web porque fornecem um conjunto de diretrizes que os desenvolvedores da *web* podem seguir para tornar seu conteúdo acessível a todos. As diretrizes são organizadas em torno de quatro princípios: O conteúdo da *web* deve ser perceptível, operável, compreensível e robusto (World Wide Web Consortium, 2014). Cada princípio tem um conjunto de diretrizes e cada diretriz tem critérios de sucesso testáveis. Ao seguir as WCAG, os desenvolvedores da *web* podem garantir que seu conteúdo seja acessível a uma ampla gama de pessoas, incluindo pessoas com deficiências visuais, auditivas, físicas, de fala, cognitivas, de linguagem, de aprendizagem e neurológicas, como também para os usuários em geral.

### 2.2.2 Design universal

Shneiderman (2000) introduz o conceito de "usabilidade universal", demonstrando sua preocupação em tornar os serviços de informação e comunicação utilizáveis por todos os cidadãos. Para alcançar a usabilidade universal, Shneiderman e Plaisant (2005) argumentam que é vital compreender as diferenças físicas, intelectuais e de personalidade entre os usuários. Isso é crucial para expandir o mercado, apoiar os serviços governamentais necessários e permitir a participação criativa de um grupo de usuários o mais amplo possível.

Planejar um produto pensando em diversas situações e contexto de uso, com diferentes usuários, não é uma tarefa simples, tampouco natural. Entretanto, Shneiderman e Plaisant (2005) explicam que isso pode resultar em melhores produtos para todos os usuários, pois as necessidades especiais de um grupo acabam gerando vantagens e facilidades para outros grupos também. Por exemplo, calçadas com rampas de acesso não ajudam somente aos deficientes físicos que utilizam cadeiras de rodas, como também pais e mães com carrinhos de bebe, viajantes com bagagens, entre

outros.

Nesse contexto, é possível compreender a relação íntima que existe entre a acessibilidade web e a usabilidade universal. Trazendo para o universo digital, ambas buscam garantir que todos os usuários, independentemente de suas habilidades ou limitações, possam acessar e utilizar efetivamente as tecnologias digitais. Da mesma forma, os dois conceitos trazem a ideia de que, ao final, todos os usuários são beneficiados quando os produtos são melhorados pensando na usabilidade de um grupo específico.

No entanto, alcançar a usabilidade universal apresenta vários desafios. Shneiderman (2000) lista três pontos para serem levados em consideração: variedade tecnológica, que se refere à ampla gama de dispositivos, plataformas e tecnologias disponíveis; diversidade dos usuários, os quais têm uma variedade de habilidades, limitações, preferências, idades, cultura e experiência; e a lacuna no conhecimento dos usuários, pois nem todos os usuários têm o mesmo nível de conhecimento ou experiência com as tecnologias.

Shneiderman (2000) faz uma ressalva sobre o termo "acesso universal", o qual tem sido empregado para descrever os serviços de informática. Contudo, dada a complexidade desses serviços, apenas ter acesso não é garantia de utilização efetiva. Assim, a "usabilidade universal" surge como um tema de importância e objeto de estudo na área de computação. Esta complexidade provém, em parte, do nível de interatividade exigido para a exploração de informação, uso de aplicações comerciais e execução de atividades criativas. A internet se distingue pelo suporte que oferece à comunicação interpessoal e a iniciativas descentralizadas, possibilitando à empreendedores lançarem seus negócios, à jornalistas iniciarem publicações e à cidadãos organizarem movimentos políticos (SHNEIDERMAN, 2000).

### 3 ROTEIRO PARA MELHORIA DA USABILIDADE E ACESSIBILIDADE DE APLICAÇÕES WEB

Objetivando facilitar o processo de identificação e desenvolvimento de melhorias, o presente capítulo descreve um roteiro para aperfeiçoar a usabilidade e acessibilidade em sistemas *web* já desenvolvidos. Para tornar a internet mais inclusiva, acessível e dinâmica, é necessário um empenho para eliminar quaisquer barreiras que comprometam a experiência de uso. O roteiro em questão tem como público-alvo desenvolvedores de *software* que atuam com a construção de interfaces e sites para *web* e, seja por necessidade, ou por exigência de algum envolvido no projeto, necessitam implementar mudanças para aperfeiçoar a usabilidade do sistema em que atuam.

A descrição do roteiro será feita através de um Diagrama de Atividades, uma ferramenta de modelagem UML (Unified Modeling Language) que ilustra o fluxo de ações e o fluxo de controle em uma série de atividades. O roteiro é dividido em cinco atividades principais: Avaliar usabilidade; Avaliar acessibilidade; Identificar oportunidades de melhorias; Implementar melhorias; e Inspeccionar aplicação de melhorias. Cada atividade representa uma etapa imprescindível no processo de melhoria da usabilidade e acessibilidade na *web*, portanto serão detalhadas a seguir.



Figura 1 – Diagrama de atividades do roteiro.

Fonte: Próprio autor

### 3.1 AVALIAR USABILIDADE

Os métodos para avaliar a usabilidade de um *software* são diversos, como descreve Winckler e Pimenta (2002), cada um contendo alguma particularidade e limitação para identificar possíveis falhas. Como sugestão, os autores relatam que podem

ser usados mais de um método de avaliação, tornando o resultado mais preciso e confiável.

O objetivo principal da atividade Avaliar usabilidade é realizar uma análise das interfaces do sistema e avaliar aspectos de usabilidade através de uma avaliação heurística e um questionário com usuários. Devem participar dessa etapa um ou mais testadores e um ou mais usuários voluntários. Ao final, deve ser possível identificar qual o nível de usabilidade do sistema e quais os principais problemas encontrados.

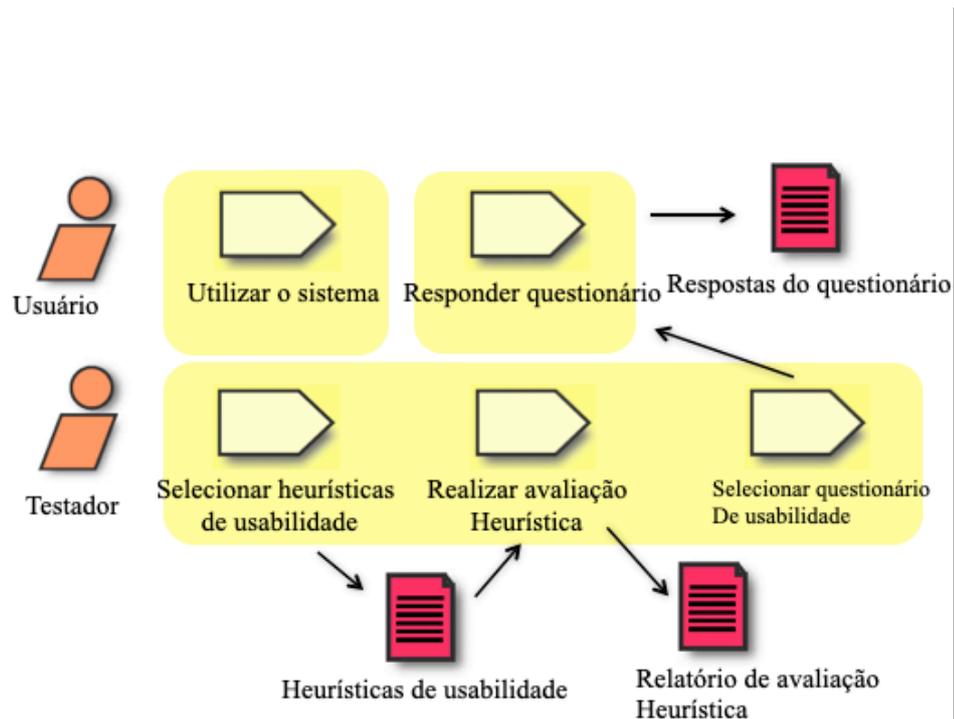


Figura 2 – Avaliar usabilidade - Funções.

Fonte: Próprio autor

A avaliação heurística é realizada por um ou mais testadores, que analisam a interface e julgam o seu comportamento em relação a um conjunto de heurísticas pré definidas. Se o avaliador julgar que a interface não atende determinada heurística, ele deve fornecer sugestões de melhorias para a interface em questão.

As heurísticas utilizadas podem ser escolhidas pelo próprio testador, que pode optar por uma seleção que já tenha familiaridade ou experiência prévia. Como por exemplo, podem ser utilizadas as heurísticas de Nielsen, desenvolvidas por Nielsen e Morich (NIELSEN, 1993), as quais são compostas por 10 regras que podem ser aplicadas em qualquer sistema, independentemente da plataforma utilizada.

Paralelo a isso, deve ser realizado o questionário com usuários, que são uma excelente forma de coletar informações e aproximar-se de um público. Com uma abordagem menos invasiva e que respeita a privacidade, é possível formular perguntas e

disponibilizar para que sejam respondidas de forma anônima. Na avaliação de usabilidade, o questionário se mostra eficaz para identificar o perfil do usuário e entender qual o sentimento dele em relação a interface, podendo também descobrir possíveis problemas de usabilidade que são identificados (WINCKLER; PIMENTA, 2002). Portanto, antes da aplicação do questionário, o participante deve utilizar o sistema em questão para ter uma experiência de uso.

Primeiramente, deve-se iniciar com um planejamento básico acerca dos testes que serão aplicados nos usuários. É necessário definir quantos usuários participarão, como encontrar usuários com o perfil correto, quais as tarefas que irão desempenhar e quanto tempo terão os testes.

Para a escolha dos participantes, Shneiderman e Plaisant (2005) indica uma série de recomendações, como: deixar claro aos participantes que não são eles que estão sendo testados, e sim a interface; informar quais tarefas eles terão que realizar e quanto tempo levará os testes; e sempre obter o consentimento de que a participação é voluntária.

De acordo com (NIELSEN, 1993), a seleção dos participantes é crucial no processo de teste de usabilidade. A regra primária é que os usuários selecionados devem ser o mais representativo possível do grupo de usuários reais. (NIELSEN, 1993) ainda destaca que a aplicação de um teste com usuários reais é capaz de trazer informações diretas sobre como as pessoas usam o sistema e quais os seus problemas exatos com a interface.

Os atores participantes dessa atividade são os usuários e os avaliadores. Os avaliadores podem ser os mesmos testadores da avaliação heurística, e serão responsáveis por conduzir os testes com os usuários e escolher o questionário a ser aplicado. O questionário pode ser escolhido conforme a preferência dos avaliadores, desde que seja focado em questões relacionadas à usabilidade, como por exemplo o *System Usability Scale* (SUS), desenvolvido por John Brooke, o qual fornece uma maneira simples e rápida de avaliar a usabilidade de um sistema, com um questionário de 10 questões (BROOKE, 1995). As respostas são registradas através de uma escala Likert, indicando o nível de concordância do participante em uma escala de 0 a 5.

CONCORDO	FREQUÊNCIA	IMPORTÂNCIA	PROBABILIDADE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• concordo totalmente</li> <li>• concordo</li> <li>• indeciso</li> <li>• discordo</li> <li>• discordo totalmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muita frequência</li> <li>• frequentemente</li> <li>• ocasionalmente</li> <li>• raramente</li> <li>• nunca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito importante</li> <li>• importante</li> <li>• razoavelmente importante</li> <li>• pouco importante</li> <li>• sem importância</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sempre verdade</li> <li>• usualmente verdade</li> <li>• ocasionalmente verdade</li> <li>• usualmente não é verdade</li> <li>• nunca é verdade</li> </ul>

Figura 3 – Exemplo de escala *Likert*.

Fonte: UX Design

A aplicação do SUS deve ser feita com os participantes logo após a realização dos testes no sistema. Para calcular a pontuação final do questionário, é necessário somar a pontuação de cada item. Para os itens 1, 3, 5, 7 e 9, a pontuação é a posição da escala menos 1. Para os itens 2, 4, 6, 8 e 10, a pontuação é calculada diminuindo a posição da escala do valor 5. Finalmente, deve-se multiplicar a soma total das pontuações de cada item por 2,5 para obter o valor final (BROOKE, 1995). De acordo com pesquisas, a média geral é 68 (SAURO, 2011). Portanto, um valor maior que 68 pode ser considerado acima da média, e um valor menor que 68, abaixo da média.

As perguntas realizadas no questionário são as seguintes:

1. Acho que gostaria de usar este sistema com frequência.
2. Achei o sistema desnecessariamente complexo.
3. Achei o sistema fácil de usar.
4. Acho que precisaria do apoio de um técnico para poder utilizar este sistema.
5. Achei que as várias funções neste sistema estavam bem integradas.
6. Eu pensei que havia muita inconsistência neste sistema.
7. Eu imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar esse sistema muito rapidamente.
8. Achei o sistema muito complicado de usar.
9. Eu me senti muito confiante usando o sistema.
10. Eu precisava aprender muitas coisas antes de poder usar esse sistema.

Ao final dessa etapa, deve-se obter dois artefatos de saída: um relatório da avaliação heurística e as respostas dos questionários. As respostas dos questionários deve servir para guiar o levantamento de melhorias de usabilidade, fornecendo uma visão ampla de quais pontos o sistema deve focar para aperfeiçoar a experiência dos usuários. O relatório da avaliação heurística deve ser um documento que lista os problemas encontradas nas interfaces, relacionando-os com qual heurísticas eles afetam e qual a sugestão para corrigir os problemas.

### 3.2 AVALIAR ACESSIBILIDADE

Essa atividade divide-se em duas etapas: primeiro, deve ser realizada uma inspeção automática, utilizando *softwares* que se baseiam em recomendações internacionais de acessibilidade e buscam por inconformidades. Posteriormente, deve ser realizada uma inspeção manual na interface, para verificar se o relatório apontado pelo programa está de acordo com a realidade, podendo também serem adicionadas outras indicações de inconformidades. O uso das duas abordagens se faz necessário para aprimorar a análise do sistema e capturar o máximo de falhas possíveis, que por vezes podem passar despercebidas por algum dos métodos, sendo essencial a abordagem humana para garantir a clareza na linguagem e a facilidade de navegação (TANGARIFE; MONT'ALVÃO, 2005).

O objetivo principal da atividade Avaliar acessibilidade é elencar os problemas de acessibilidade das interfaces analisadas, baseando-se em recomendações e padrões internacionais. Para essa etapa, será necessário designar uma pessoa para ser o avaliador. Ao final, deve-se ter dois artefatos: o relatório da inspeção automática e o relatório da inspeção manual.

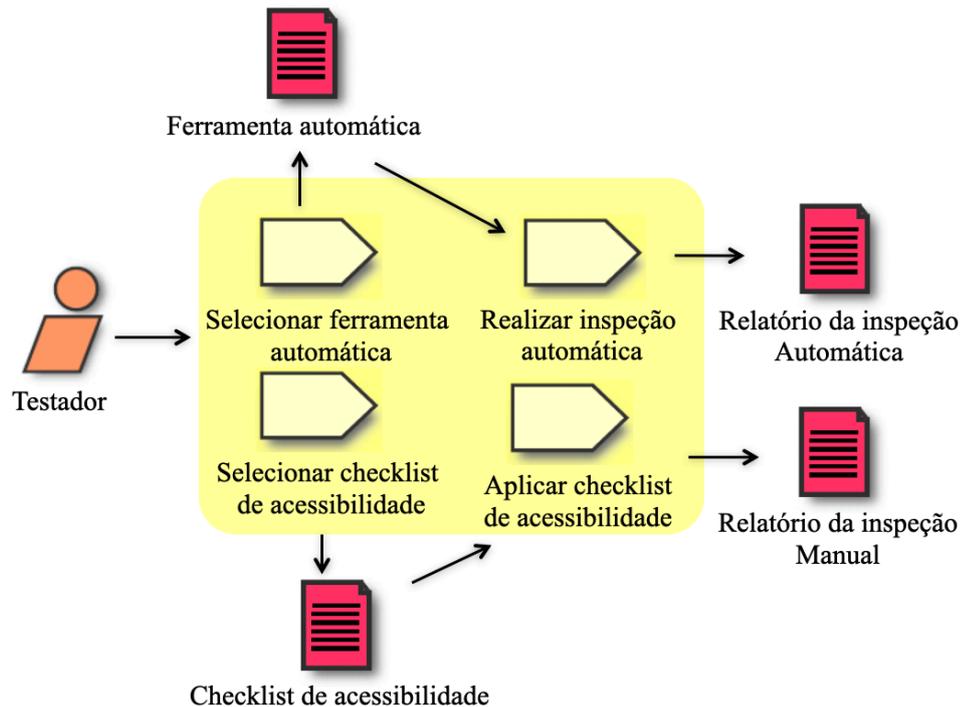


Figura 4 – Avaliar acessibilidade - Funções

Fonte: Próprio autor

Na literatura, encontram-se diversos manuais e diretrizes para desenvolver sistemas acessíveis. Um dos documentos mais utilizados são as WCAG, criado pela *Web Accessibility Initiative (WAI)*, em 1999. A WAI, por sua vez, foi idealizada pela W3C, com o objetivo de garantir uma *web* mais acessível (*World Wide Web Consortium*, 2023b). Este documento foi atualizado e modificado no ano de 2008, sendo disponibilizada uma segunda versão com novos conteúdos e recomendações (WCAG 2.0). Essa versão recebeu uma extensão em 2018, a qual foi publicada como WCAG 2.1.

A organização das WCAG é baseada em uma hierarquia, onde no topo ficam os chamados princípios, que constituem a base da acessibilidade na *web*. Abaixo dos princípios, estão as diretrizes, que são 12 regras que devem ser atingidas pelos desenvolvedores. Cada diretriz ainda conta com um ou mais critérios de sucesso, que são utilizados para testar a conformidade do projeto com as diretrizes do WCAG. Para facilitar esse processo, também são descritas técnicas para cada uma das diretrizes e critérios de sucesso, as quais tem caráter informativo e são divididas em duas categorias: necessárias e sugeridas.

Escolher a ferramenta a ser utilizada na avaliação automática é responsabilidade do avaliador, que pode optar por alguma que já tenha familiaridade. A W3C disponibiliza em seu *site* uma página contendo uma lista com diversas opções de fer-

ramentas, oferecendo também um filtro para que seja possível pesquisar alguma que atenda às necessidades específicas de cada projeto.

Grande parte das ferramentas disponíveis podem ser acessadas *online*, através de um navegador *web*, e o funcionamento delas geralmente é bem parecido. Primeiramente, o usuário deve informar uma página *web* para ser avaliada, o que pode ocorrer de maneiras diferentes dependendo da ferramenta. Algumas disponibilizam um campo para informar a URL (*Uniform Resource Locator*) do sítio, outras permitem que o usuário envie diretamente o arquivo fonte. Após disponibilizar para a ferramenta a página *web* à ser avaliada e iniciar a avaliação, ela exigirá alguns segundos e logo permitirá o acesso ao relatório de inspeção, contendo todas as falhas de acessibilidade encontradas pela ferramenta, baseado nas diretrizes em que ela foi moldada.

O relatório fornecido pelas ferramentas automáticas fornece uma avaliação extremamente rápida de um sistema, porém ainda assim se faz necessário uma revisão por um especialista ou desenvolvedor, para verificar se todas as nuances da acessibilidade foram examinadas e, principalmente, se o conteúdo corresponde com a realidade.

Nessa inspeção, é recomendável que o avaliador utilize as mesmas diretrizes ou padrões utilizados como referência pela ferramenta automática e confira se todos os elementos estão em conformidade e apresentam um conteúdo válido. Para exemplificar, levemos em consideração que a inspeção automática detectou que todos os elementos do tipo "imagem" estão com o atributo "alt" preenchido. O avaliador deve, então, conferir se a descrição contida nesse atributo corresponde efetivamente com o conteúdo da imagem em questão.

Para guiar esse processo, o avaliador pode organizar as recomendações na forma de um *checklist*, facilitando o processo de inspeção. Abaixo, segue um modelo para ser utilizado como referência, baseado nas recomendações da W3C:

### 1.1.1 Conteúdo Não Textual

Todo o conteúdo não textual que é exibido ao usuário tem uma alternativa textual que serve a um propósito equivalente, exceto para as situações indicadas abaixo. (Nível A)

- **Controles, Entrada:** Se o conteúdo não textual for um controle ou aceitar a entrada de dados por parte do usuário, então esse conteúdo não textual possui um nome que descreve a sua finalidade. (Consultar a [Diretriz 4.1](#) para requisitos adicionais de controles e conteúdo que aceitam entrada de dados por parte do usuário)
- **Mídias com base no tempo:** Se o conteúdo não textual consiste em mídia baseada em tempo, então as alternativas textuais fornecem, no mínimo, uma identificação descritiva do conteúdo não textual (Consulte a [Diretriz 1.2](#) para obter os requisitos adicionais para mídia).
- **Teste:** Se o conteúdo não textual for um teste ou um exercício, que ficaria inválido se fosse apresentado em texto, então as alternativas textuais fornecem, no mínimo, uma identificação descritiva do conteúdo não textual.
- **Sensorial:** Se a finalidade do conteúdo não textual for, essencialmente, criar uma experiência sensorial específica, então as alternativas textuais fornecem, no mínimo, uma identificação descritiva do conteúdo não textual.
- **CAPTCHA:** Se a finalidade do conteúdo não textual for confirmar que o conteúdo está sendo acessado por uma pessoa e não por um computador, então devem ser fornecidas alternativas textuais que identificam e descrevem a finalidade do conteúdo não textual. Formas alternativas de CAPTCHA, que utilizam modos de saída para diferentes tipos de percepção sensorial, devem ser apresentadas para atender diferentes deficiências.
- **Decoração, Formatação, Invisível:** Se o conteúdo não textual for meramente decorativo, se for utilizado apenas para formatação visual, ou se não for exibido aos usuários, então esse conteúdo não textual deve ser implementado de uma forma que possa ser ignorado pelas tecnologias assistivas.

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Parcialmente	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Não se aplica
Observações:			
Diretriz 1.1 Alternativas em Texto: Fornecer alternativas textuais para qualquer conteúdo não textual, para que possa ser transformado em outras formas de acordo com as necessidades dos usuários, tais como impressão com tamanho de fontes maiores, braille, fala, símbolos ou linguagem mais simples.			
Princípio 1: Perceptível			

Figura 5 – Exemplo de checklist de diretrizes.

Fonte: Próprio autor

## 3.3 PRIORIZAR OPORTUNIDADES DE MELHORIAS

Com a avaliação do sistema finalizada, a próxima etapa é descrever quais são as mudanças necessárias para corrigir as falhas detectadas e priorizá-las. É importante que essa atividade seja finalizada antes de começar a execução das melhorias, para que se possa estimar o tempo e custo necessário para implementar as mudanças necessárias. É pertinente destacar que, dependendo da quantidade de conformidades e falhas encontradas, pode-se optar por realizar o processo de implementação em dois ciclos, e com isso fazer entregas mais rápidas e menores do sistema já aprimorado.

Nessa atividade, o objetivo é elaborar uma lista com as oportunidades de melhorias encontradas, ordenadas por ordem de prioridade. A prioridade pode ser avaliada por questões como impacto para os usuários, tempo de implementação, custos,

entre outros. O responsável por fazer esse levantamento e priorização deve ser alguém com experiência suficiente para entender os recursos necessários para implementar cada melhoria, podendo ser a mesma pessoa que avaliou as interfaces no processo anteriormente ou algum desenvolvedor da equipe.

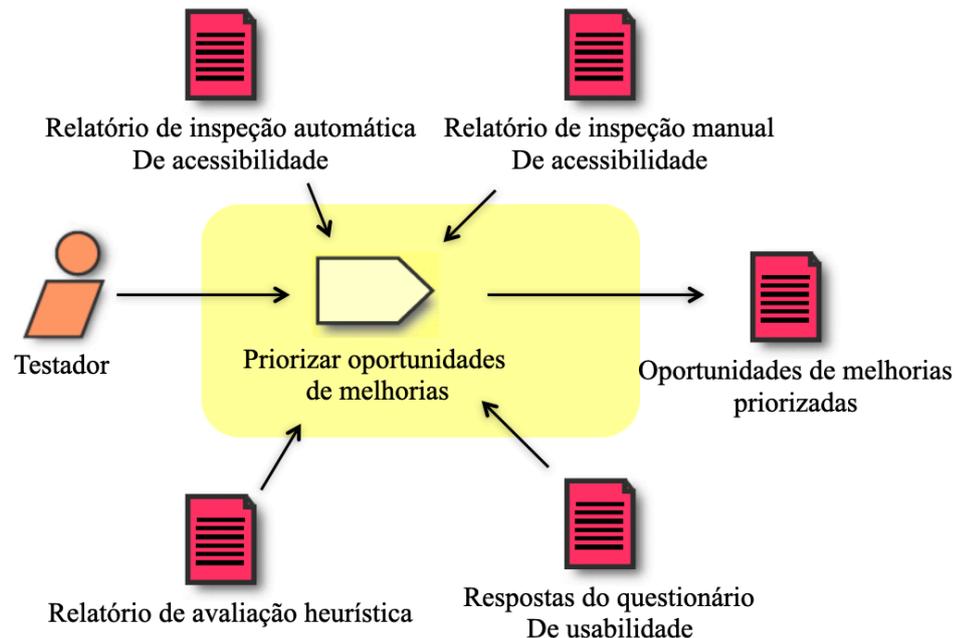


Figura 6 – Priorizar melhorias - Funções

Fonte: Próprio autor

### 3.4 IMPLEMENTAR MELHORIAS

O objetivo dessa atividade é melhorar a usabilidade e acessibilidade do sistema *web* avaliado, aplicando as mudanças necessárias para corrigir os problemas encontrados nas fases de avaliação e priorizados na atividade anterior.

Nesse momento, podem trabalhar no projeto um ou mais programadores, e as tarefas devem ser divididas entre os membros da equipe. Para representação, o diagrama a seguir foi criado apontando apenas um desenvolvedor, mas pode ser facilmente adaptado caso haja outros.

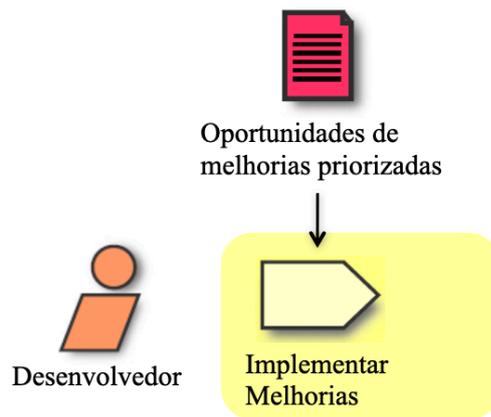


Figura 7 – Implementar melhorias - Funções

Fonte: Próprio autor

Ao fim dessa atividade, o *software* deve estar pronto para ser reavaliado e testado novamente, validando se as mudanças efetivamente corrigiram os problemas encontrados. Se a atividade de Priorizar melhorias tiver como saída uma lista muito longa, ou se tiver algumas melhorias com a prioridade muito atual, a fase de implementação podem ser dividida em um ou mais ciclos, para que as entregas sejam feitas mais rapidamente.

### 3.5 INSPECIONAR APLICAÇÃO DE MELHORIAS

O roteiro se encerra com uma nova etapa de avaliação, a fim de averiguar se os problemas de usabilidade e acessibilidade encontrados foram efetivamente corrigidos após o final da atividade de Implementação.

O responsável por essa atividade pode ser o mesmo testador elencado anteriormente, para facilitar o processo de avaliação. A inspeção deve ser feita manualmente, utilizando os artefatos de saída das atividades Avaliar usabilidade e Avaliar acessibilidade.

O testador poderá trabalhar novamente com a ideia de *checklist*, fazendo uma lista compilada de todos os problemas encontrados. Posteriormente, deve inspecionar

as interfaces do sistema e conferir se o sistema refletiu as oportunidades de melhorias identificadas, corrigiu os problemas e melhorou a qualidade de uso.

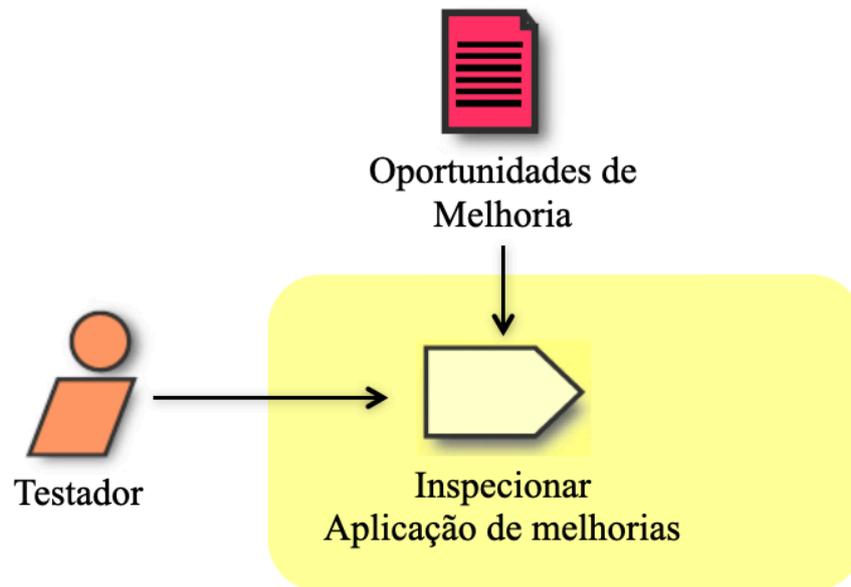


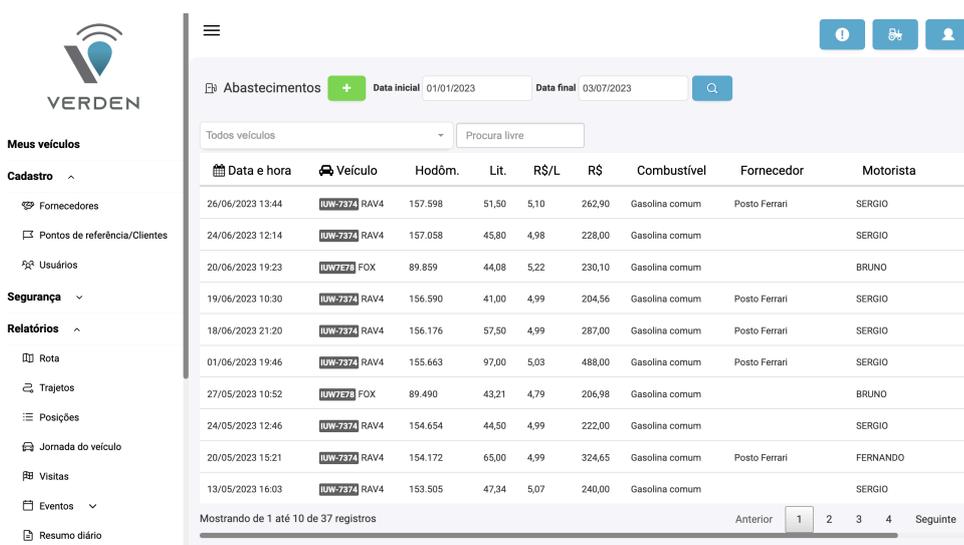
Figura 8 – Inspeccionar aplicação de melhorias - Funções

Fonte: Próprio autor

## 4 ESTUDO DE CASO: APLICANDO O ROTЕIRO NO SISTEMA DA EMPRESA VERDEN

O presente capítulo apresenta um exemplo de aplicação do roteiro descrito no capítulo anterior em um sistema *web* da empresa Verden. O objetivo é validar que os resultados esperados do trabalho foram atingidos e o roteiro realmente pode ser considerado uma ferramenta de apoio para melhoria de usabilidade e acessibilidade para *web*.

O sistema avaliado tem o objetivo principal de facilitar a gestão e controle de frotas. Para isso, conta com diversos relatório gerenciais e mapas, fornecendo uma visão ampla das atividades realizadas pelos veículos e facilitando o controle de funcionários. Nesse estudo, o foco da avaliação foi nas interfaces de cadastro existentes no sistema, como cadastro de usuários, cadastro de pontos de referência, cadastro de fornecedores e cadastro de abastecimentos. A figura 9 mostra a tela de cadastro de abastecimentos.



Data e hora	Veículo	Hodôim.	Lit.	R\$/L	R\$	Combustível	Fornecedor	Motorista
26/06/2023 13:44	UW-7374 RAV4	157.598	51,50	5,10	262,90	Gasolina comum	Posto Ferrari	SERGIO
24/06/2023 12:14	UW-7374 RAV4	157.058	45,80	4,98	228,00	Gasolina comum		SERGIO
20/06/2023 19:23	UW7E76 FOX	89.859	44,08	5,22	230,10	Gasolina comum		BRUNO
19/06/2023 10:30	UW-7374 RAV4	156.590	41,00	4,99	204,56	Gasolina comum	Posto Ferrari	SERGIO
18/06/2023 21:20	UW-7374 RAV4	156.176	57,50	4,99	287,00	Gasolina comum	Posto Ferrari	SERGIO
01/06/2023 19:46	UW-7374 RAV4	155.663	97,00	5,03	488,00	Gasolina comum	Posto Ferrari	SERGIO
27/05/2023 10:52	UW7E76 FOX	89.490	43,21	4,79	206,98	Gasolina comum		BRUNO
24/05/2023 12:46	UW-7374 RAV4	154.654	44,50	4,99	222,00	Gasolina comum		SERGIO
20/05/2023 15:21	UW-7374 RAV4	154.172	65,00	4,99	324,65	Gasolina comum	Posto Ferrari	FERNANDO
13/05/2023 16:03	UW-7374 RAV4	153.505	47,34	5,07	240,00	Gasolina comum		SERGIO

Figura 9 – Cadastro de abastecimentos na plataforma Verden

Fonte: Próprio autor

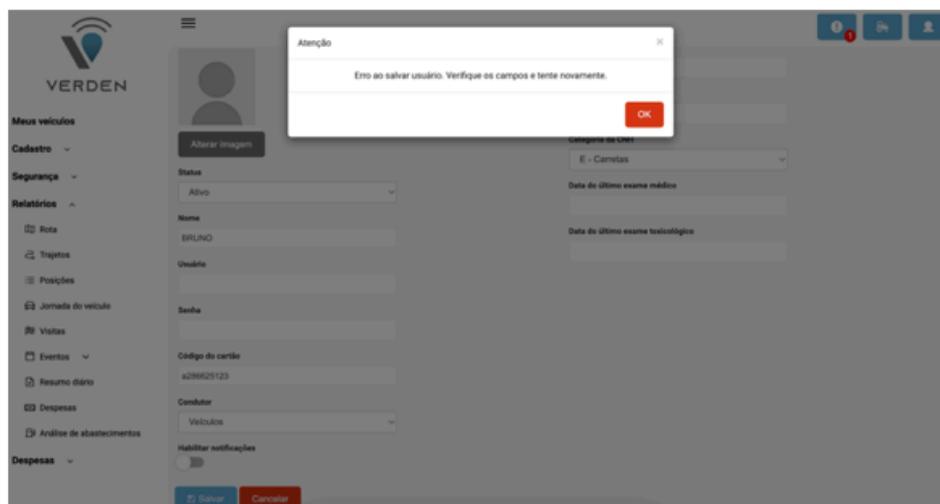
Na atividade Avaliar usabilidade, foram utilizadas as Heurísticas de Nielsen e o questionário SUS, conforme sugerido no texto. E na atividade Avaliar acessibilidade, a ferramenta automática utilizada foi a *Lighthouse*, a qual funciona como uma extensão para o navegador *Google Chrome* e realiza uma série de testes na página, gerando um relatório completo de performance, qualidade e acessibilidade da aplicação. A inspeção manual de acessibilidade foi feita posteriormente com base nas WCAG 2.1.

O roteiro iniciou-se com a atividade Avaliar Usabilidade, que é dividida em duas avaliações. Primeiramente, foi realizada a avaliação heurística por meio das Heurísticas de Nielsen, com a participação de um testador. O testador responsável pelo processo foi um desenvolvedor que atua no projeto e tem experiência com testes e avaliações em interfaces.

A inspeção heurística se deu da seguinte forma: o testador, com conhecimento das heurísticas que seriam utilizadas, realizou uma avaliação das interfaces selecionadas e procurou por possíveis violações de alguma heurística. Cada violação encontrada era registrada em um documento, com uma descrição do problema, a gravidade, a heurística violada e qual a recomendação para resolução, juntamente com uma foto da interface anexada. Esse documento foi salvo e reservado para ser entregue como artefato de saída. A Figura 10 mostra um exemplo de registro de violação de heurística.

**Heuristic: Help users recognize, diagnose, and recover from errors**

**Severity: 3**



**Notes:**

Ao digitar um campo no formato errado no formulário, o sistema exibe uma mensagem genérica ao usuário, não permitindo que ele identifique qual a origem do erro e dificultando a recuperação.

**Recommendation:**

Informar qual o campo que está errado ao mostrar o erro para o usuário.

Figura 10 – Registro de heurística violada

Fonte: Próprio autor

Nessa atividade, notou-se que a experiência do avaliador com as heurísticas facilitou bastante o trabalho, fazendo com que rapidamente fossem identificadas algumas violações na interface. Apesar de apenas um avaliador ter participado dessa etapa, o recomendado é que haja mais de um avaliador, tornando o processo ainda mais efetivo.

Para o questionário com usuários, foi selecionado um usuário com perfil similar aos clientes convencionais da empresa: homem, entre 35 e 50 anos, com curso superior completo, média experiência com tecnologias e que atue com administração e gestão de empresas. Foi explicado ao usuário qual o objetivo dos testes e quais as interfaces que ele deveria utilizar do sistema, para que posteriormente ele respondesse ao questionário SUS.

Durante os testes, o usuário teve a possibilidade de acessar as telas de cadastro, visualizar as tabelas de listagem dos itens, aplicar filtros, realizar novos cadastros, excluir registros e editar registros existentes. Com isso, foi possível ter contato com o funcionamento do sistema, além de testar a navegação, os atalhos, notificações, retornos sobre o estado do sistema, entre outros aspectos.

Na atividade Avaliar Acessibilidade, começou-se pela avaliação automática, com o apoio da ferramenta *Lighthouse*. O testador acessou o sistema com as credenciais de acesso utilizando o navegador *Google Chrome*, e a partir da aba *Chrome DevTools*, foi solicitada a análise da página pela ferramenta *Lighthouse*. Em poucos segundos, o relatório completo foi disponibilizado e o *download* realizado para o computador em formato *HyperText Markup Language*(HTML). A figura 11 mostra o relatório gerado pela ferramenta.

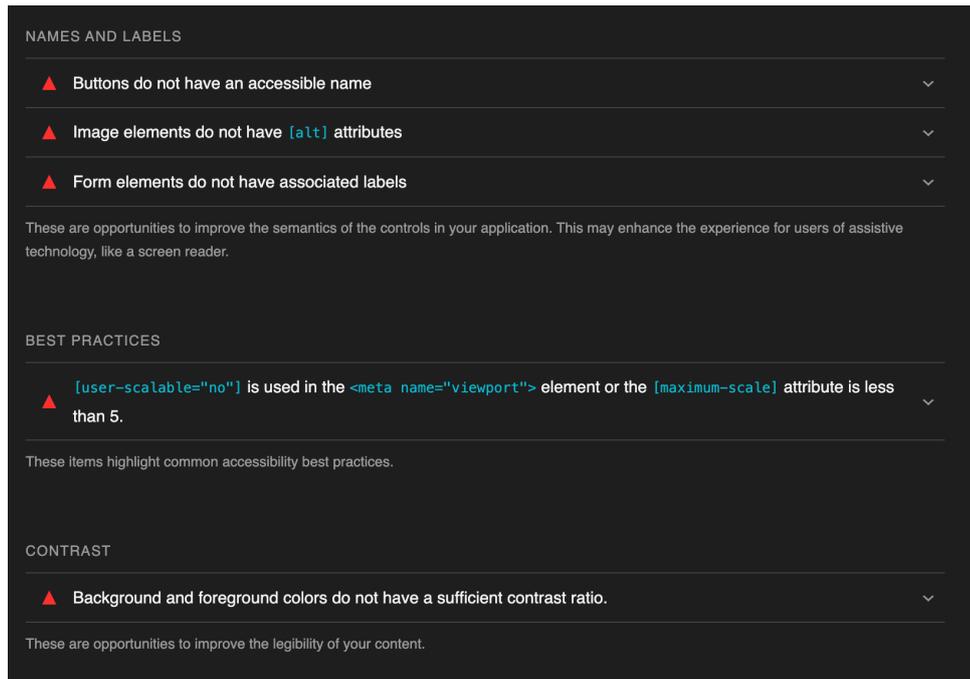


Figura 11 – Relatório gerado pela ferramenta *Lighthouse*

Fonte: Próprio autor

A avaliação manual de acessibilidade foi realizada a partir das recomendações descritas pela WCAG 2.1. O testador utilizou um *checklist* de todos os critérios de sucesso para verificar a conformidade de cada um, e registrou em um documento aqueles critérios que as interfaces avaliadas não cumpriam.

Em posse de todos os artefatos gerados pelas avaliações, realizou-se a identificação e priorização das melhorias que seriam feitas no sistema. A partir das respostas do questionário, constatou-se que o sistema é pouco complexo, gerando uma experiência agradável de utilização em que o usuário não precisa ter conhecimento prévio. Com a inspeção heurística, foi possível elencar algumas violações em relação às heurísticas utilizadas, indicando que mesmo com um resultado positivo no questionário, o sistema ainda contava com espaços para melhorias. Já a avaliação de acessibilidade identificou diversas oportunidades de melhoria, mostrando que cada tipo de avaliação se torna complementar em relação à outra, encontrando oportunidades diferentes entre si.

Como resultado, elaborou-se uma lista de melhorias à serem aplicadas no sistema, ordenada com base na prioridade:

1. Se o usuário enviar um formulário com os dados errados, informar qual o campo do formulário que está errado.
2. Mudar o *label* dos elementos *input* para algo mais familiar para o usuário, sem

que ele fique em dúvidas do que se trata.

3. Mostrar mensagem de sucesso ou erro após clicar no botão salvar antes de redirecionar o usuário.
4. Adicionar um botão que redirecione para tela anterior.
5. Adicionar texto alternativo em conteúdos não textuais.
6. Adicionar um nome acessível aos botões.
7. Adicionar *labels* associados aos elementos dos formulários.
8. Ajustar contraste da cor de fundo com a cor do elemento.
9. Tornar conteúdo acessível por teclado.
10. Configurar linguagem da página.
11. Mostrar mensagem de estado do sistema.

Os itens de 1 a 4 identificam problemas na interação do usuário com o sistema e no fornecimento de *feedback* eficaz. O item 1 trata da necessidade de um informar especificamente quais campos de um formulário estão errados, ajudando o usuário a corrigir os erros sem ter que adivinhar qual entrada está inválida. O item 2 se refere à importância dos rótulos (*labels*) serem compreensíveis e familiares para os usuários, evitando confusões ou incertezas. O item 3 tem a ver com a necessidade de fornecer uma mensagem de sucesso ou de erro antes de redirecionar o usuário, para que ele esteja ciente do resultado da sua ação. Por fim, o item 4 sugere a adição de um botão que permita ao usuário voltar à tela anterior, oferecendo uma maior flexibilidade e segurança de navegação.

Os itens de 5 a 9 tratam diretamente de melhorar a acessibilidade e a usabilidade do sistema. O item 5 propõe a adição de texto alternativo em conteúdos não textuais, para garantir que as pessoas que usam leitores de tela possam compreender o conteúdo. O item 6 recomenda a adição de um nome acessível aos botões, proporcionando clareza sobre a função do botão. O item 7 sugere a associação de rótulos aos elementos dos formulários, para facilitar a compreensão dos campos pelos usuários. O item 8 enfoca o ajuste do contraste entre a cor de fundo e a cor do elemento, para garantir que o conteúdo seja facilmente legível. O item 9 se refere à necessidade de tornar o conteúdo acessível por meio do teclado, permitindo a navegação por pessoas que não podem ou preferem não usar um mouse.

Os itens 10 e 11 concentram-se na configuração do sistema e na comunicação de seu estado. O item 10 sugere a configuração da linguagem da página, para garantir que o conteúdo seja apresentado na língua correta para o usuário. Por fim, o item 11

propõe a exibição de uma mensagem que informe o estado do sistema, para que os usuários estejam sempre cientes de quaisquer alterações ou eventos significativos no sistema.

Posteriormente, com as oportunidades de melhorias priorizadas, um desenvolvedor do projeto ficou responsável por implementá-las ao *software*. Nenhuma das demandas elencadas tinham nível de complexidade alto para implementar, portanto apenas uma pessoa foi capaz de completar essa atividade. Para garantir que todas as recomendações fossem aplicadas de maneira eficiente e eficaz, utilizou-se uma abordagem iterativa, onde cada melhoria foi implementada de cada vez, permitindo um foco intensivo em cada tarefa. As três primeiras melhorias encontradas foram definidas como as de maior impacto para o usuário final, pois entendeu-se que elas comprometem consideravelmente a experiência de uso, trazendo insegurança para utilizar o sistema.

Por fim, o sistema passou pela última atividade do processo: Inspeccionar aplicação de melhorias. Nesse momento, o mesmo testador que realizou as atividades de Avaliação no início do roteiro, realizou uma análise final no sistema para verificar se os problemas encontradas foram solucionados, atendendo as recomendações elencadas pelos testes. Para isso, as interfaces do *software* foram utilizadas e testadas, verificando cada item da lista de oportunidades de melhorias geradas pela atividade 3.

## 5 CONCLUSÃO

Frente ao cenário de crescimento constante da internet e da universalidade do acesso à informações e serviços, o presente trabalho se mostra como um roteiro eficiente e de fácil aplicação para aprimorar a acessibilidade e a usabilidade em ambientes *web*. A eficácia deste roteiro pode ser confirmada pelo estudo de caso realizado, revelando a sua potencialidade em um cenário prático e realista.

A precisão e eficácia do roteiro se deve, em grande parte, ao uso de diversas técnicas e ferramentas para avaliar os aspectos desejados do sistema. Como sugerido na literatura, usar mais de um método de avaliação para analisar um *software* traz resultados muito melhores. Desse modo, a usabilidade e a acessibilidade dos sistemas podem ser avaliadas sob duas óticas diferentes, por meio de dois métodos de avaliação.

O roteiro provou ser uma ferramenta de suma importância, capaz de diagnosticar aspectos críticos que demandavam melhorias e, ao mesmo tempo, fornecer instruções específicas para sua implementação. A sua aplicação resultou em avanços significativos na usabilidade e na acessibilidade do *software* testado, ratificando sua relevância.

Uma das características notáveis deste roteiro reside no foco em *softwares* já em operação, visto que muitos sistemas e aplicações em uso atualmente requerem adaptações para torná-los mais acessíveis e amigáveis ao usuário. A estrutura do roteiro viabiliza que tais melhorias sejam planejadas e executadas de forma ordenada, contribuindo para uma experiência do usuário mais agradável e inclusiva.

Contudo, com algumas adaptações, também é possível implementá-lo em outras fases dos projetos de *software*, dependendo do objetivo e necessidade da equipe. A inspeção heurística, por exemplo, pode ser aplicada às interfaces ainda na fase de concepção. A partir de um esboço em papel ou um protótipo interativo, já é possível avaliar as interfaces e verificar se violam alguma das heurísticas, podendo antecipar possíveis problemas antes de serem implementados à nível de código.

Por fim, é possível concluir que este trabalho trouxe uma significativa contribuição para a área de sistemas de informação, ao propor uma ferramenta prática e eficiente para aprimorar a usabilidade e a acessibilidade. No entanto, em um ambiente de constante evolução tecnológica, o aprimoramento da usabilidade e acessibilidade é uma tarefa contínua. Por isso, a adaptação e o refinamento deste roteiro tornam-se contínuos à medida que novas tecnologias e práticas emergem.

A acessibilidade e a usabilidade são mais do que meros atributos desejáveis em um *software* - elas representam direitos fundamentais de todos os usuários. Roteiros como o apresentado neste trabalho são ferramentas essenciais para assegurar que

tais direitos sejam cumpridos e que todos possam usufruir da melhor maneira das capacidades e oportunidades que a *web* oferece.

## REFERÊNCIAS

BEVAN, N. Usability is quality of use. In: **Advances in Human Factors/Ergonomics**. [S.l.]: Elsevier, 1995. v. 20, p. 349–354.

BROOKE, J. Sus: A quick and dirty usability scale. **Usability Eval. Ind.**, v. 189, 11 1995.

INAF. **INAF - INDICADOR DE ALFABETISMO FUNCIONAL**. Moderna, 2023. Acessado em 31 maio 2023. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/18992-pnad-continua-2016-51-da-populacao-com-25-anos-ou-mais-do-brasil-possuiam-no-maximo-o-ensino-fundamental-completo>>.

KALBACH, J. **Designing Web navigation: Optimizing the user experience**. [S.l.]: ARTMED EDITORA S.A., 2009.

KEMP, S. **DIGITAL 2022: GLOBAL OVERVIEW REPORT**. DataReportal, 2022. Acesso em 18 abr. 2023. Disponível em: <<https://datareportal.com/reports/digital-2022-global-overview-report>>.

KRUG, S. **Não me faça pensar**. [S.l.]: Alta books, 2008.

Movimento Web para Todos. **Metodologia utilizada no estudo de acessibilidade em sites ativos (Brasil, 2022)**. 2022. Acessado em 23 mai 2023. Disponível em: <<https://mwpt.com.br/metodologia-utilizada-no-estudo-de-acessibilidade-em-sites-ativos-brasil-2022/>>.

Movimento Web Para Todos. **Leis federais sobre acessibilidade na Web - WPT: Entenda a história das leis e como a lbi mudou a internet**. 2023. Acessado em 23 mai 2023. Disponível em: <<https://mwpt.com.br/acessibilidade-digital/leis-federais-sobre-acessibilidade-na-web/>>.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Boston - USA: Academic Press, 1993. 362 p.

NIELSEN, J. Usability 101: Introduction to usability. **Nielsen Norman Group**, 01 2012.

NIELSEN, J.; LORANGER, H. **Prioritizing web usability**. [S.l.]: Pearson Education, 2006.

SAURO, J. Sustisfied? little-known system usability scale facts. **User Experience**, 08 2011.

SHAWN, H. **Introduction to Web Accessibility**. W3C/WAI, 2005. Acessado em 04 junho 2023. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/>>.

SHAWN, H. **Essential Components of Web Accessibility**. W3C/WAI, 2018. Acesado em 04 junho 2023. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/fundamentals/components/>>.

SHNEIDERMAN, B. Universal usability. **Communications of the ACM**, ACM New York, NY, USA, v. 43, n. 5, p. 84–91, 2000.

SHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C. **Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction**. [S.l.]: Pearson, 2005.

TANGARIFE, T.; MONT'ALVÃO, C. Estudo comparativo utilizando uma ferramenta de avaliação de acessibilidade para web. In: **Proceedings of the 2005 Latin American conference on Human-computer interaction**. [S.l.: s.n.], 2005. p. 313–318.

W3C Escritório Brasil. **Cartilha de Acessibilidade da Web - W3C Brasil**. 2023. Acessado em 31 maio 2023. Disponível em: <<https://www.w3c.br/pub/Materiais/PublicacoesW3C/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-1.html>>.

WINCKLER, M.; PIMENTA, M. S. Avaliação de usabilidade de sites web. **Escola de Informática da SBC Sul (ERI 2002)**. Porto Alegre, v. 1, p. 85–137, 2002.

World Wide Web Consortium. **Web Content Accessibility Guidelines 1.0**. 1999. Acessado em 05 jun 2023. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/GL/WCAG10/>>.

World Wide Web Consortium. **Diretrizes de acessibilidade para conteúdo web (WCAG) 2.0**. 2014. Acessado em 04 jun 2023. Disponível em: <<https://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-br/>>.

World Wide Web Consortium. **W3**. 2023. Acessado em 04 jun 2023. Disponível em: <<https://www.w3.org/about/>>.

World Wide Web Consortium. **Web Accessibility Initiative (WAI)**. 2023. Acessado em 18 abr 2023. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/>>.

WROBLEWSKI, L. **Mobile First**. [S.l.]: A Book Apart, 2011.