



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Engenharia de Software

Tecnologias para a inclusão: Métricas para avaliação da acessibilidade de páginas web para pessoas com deficiência visual

Autor: Ricardo de Castro Loureiro
Orientadora: M.Sc. Cristiane Soares Ramos
Co-orientador: M.Sc. Ricardo Ajax Dias Kosloski

Brasília, DF
2023



Ricardo de Castro Loureiro

**Tecnologias para a inclusão: Métricas para avaliação da
acessibilidade de páginas web para pessoas com
deficiência visual**

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Software da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: M.Sc. Cristiane Soares Ramos

Coorientador: M.Sc. Ricardo Ajax Dias Kosloski

Brasília, DF

2023

Ricardo de Castro Loureiro

Tecnologias para a inclusão: Métricas para avaliação da acessibilidade de páginas web para pessoas com deficiência visual/ Ricardo de Castro Loureiro. – Brasília, DF, 2023-

103 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: M.Sc. Cristiane Soares Ramos

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA , 2023.

1. Deficiente visual. 2. Métricas. I. M.Sc. Cristiane Soares Ramos. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Tecnologias para a inclusão: Métricas para avaliação da acessibilidade de páginas web para pessoas com deficiência visual

CDU

Ricardo de Castro Loureiro

Tecnologias para a inclusão: Métricas para avaliação da acessibilidade de páginas web para pessoas com deficiência visual

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Software da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Trabalho aprovado. Brasília, DF, 21 de Dezembro de 2023:

M.Sc. Cristiane Soares Ramos
Orientadora

M.Sc. Ricardo Ajax Dias Kosloski
Co-orientador

Dr. Marcelo Judice
Convidado 1

Dra. Andrea Castello Branco Judice
Convidado 2

Dr. André Luiz Peron Martins Lanna
Convidado 3

Brasília, DF
2023

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão aos meus pais pelo constante incentivo e pelo incansável esforço que dedicaram para me proporcionar a melhor educação possível. Eles me ofereceram um apoio incondicional ao longo desta jornada desafiadora. Também sou grato aos meus irmãos por seu contínuo apoio e assistência.

Quero estender meus agradecimentos aos professores da FGA e a todos os profissionais envolvidos nessa faculdade. Graças a eles, fomos instigados a nos tornar profissionais exemplares. Em particular, gostaria de expressar minha gratidão à minha orientadora, Cristiane, que desde o primeiro contato me auxiliou e orientou neste trabalho.

Agradeço aos meus amigos e colegas de faculdade por me apoiar durante todo o curso, tornando essa jornada mais alegre. E, por fim, desejo agradecer minha namorada, que me ajudou nos momentos difíceis e sempre me incentivou.

Resumo

A crescente evolução da internet tem democratizado o acesso às informações e aos serviços. Contudo, ainda existem desafios significativos para as pessoas com deficiência visual. À medida que a internet se torna cada vez mais integrada em nossas vidas diárias, a necessidade de inclusão digital se torna indispensável, especialmente para aqueles cuja experiência on-line é limitada pelas barreiras de acessibilidade. Com o objetivo de abordar este problema, o presente trabalho propõe aplicar métricas de acessibilidade para analisar a acessibilidade de páginas web, focando nas necessidades específicas de usuários com deficiência visual. Na primeira etapa de preparação, o estudo de caso selecionou o site a ser avaliado, definiu o escopo em relação aos diferentes tipos de deficiência visual e elaborou tarefas para os usuários realizarem, juntamente com um conjunto de perguntas e métricas para a formulação do GQM. Na segunda etapa, ocorreu a coleta de dados, na qual as perguntas definidas pelo GQM foram respondidas por meio de métricas específicas e sessões de avaliação. A coleta de dados envolveu o uso de ferramentas automatizadas, testes manuais e a participação do usuário. Por fim, na terceira etapa do estudo de caso, os dados coletados foram analisados, e os resultados revelaram que a percepção das páginas estava em um nível aceitável, mas com espaço para melhorias. Todas as páginas web apresentaram bom desempenho em termos de operação, no entanto, falharam em aspectos relacionados à compreensão e robustez. Na conclusão, foram propostas melhorias específicas para as páginas web avaliadas, com base nas lacunas e problemas identificados durante a pesquisa.

Palavras-chaves: métricas de software; acessibilidade; avaliação; deficiência visual.

Abstract

The growing evolution of the internet has democratized access to information and services. However, there are still significant challenges for people with visual impairments. As the internet becomes increasingly integrated into our daily lives, the need for digital inclusion becomes indispensable, especially for those whose online experience is limited by accessibility barriers. Aiming to address this issue, this work proposes applying accessibility metrics to analyze the accessibility of web pages, focusing on the specific needs of users with visual impairments. In the first stage of preparation, the case study selected the website to be evaluated, defined the scope in relation to the different types of visual impairment, and developed tasks for users to perform, along with a set of questions and metrics for formulating the GQM. In the second stage, data collection occurred, in which the questions defined by the GQM were answered using specific metrics and evaluation sessions. Data collection involved the use of automated tools, manual tests, and user participation. Finally, in the third stage of the case study, the collected data were analyzed, and the results revealed that the perception of the pages was at an acceptable level, but with room for improvement. All web pages performed well in terms of operation, however, they failed in aspects related to understanding and robustness. In conclusion, specific improvements were proposed for the evaluated web pages, based on the gaps and problems identified during the research.

Key-words: metrics; accessibility; evaluation; visual impairment.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Modelo Hierárquico do GQM	39
Figura 2 – Página home Gov.br	56
Figura 3 – Acessando o consultar CPF	57
Figura 4 – Consultar CPF	57
Figura 5 – Acessando consultar valores a receber	58
Figura 6 – Acessar a página para consultar valores a receber	58
Figura 7 – Consultar valores a receber	59
Figura 8 – Ferramenta Automatizada WAVE	67
Figura 9 – Ferramenta Automatizada AChecker	68
Figura 10 – Ferramenta Automatizada <i>Acessibility Inside for Web</i>	69

Lista de tabelas

Tabela 1 – Conceitos de Acessibilidade	26
Tabela 2 – Diretrizes WCAG	34
Tabela 3 – Classificação da Pesquisa	43
Tabela 4 – Fluxograma TCC1	51
Tabela 5 – Fluxograma TCC2	51
Tabela 6 – Objetivo da pesquisa	54
Tabela 7 – GQM	62
Tabela 8 – Resultado das métricas	70

Lista de abreviaturas e siglas

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
WCAG	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
NBR	Norma Técnica Brasileira
ISO	<i>Internacional Organization For Standardization</i>
PSM	<i>Practical Software & Systems Measurement</i>
GQM	<i>Goal, Question, Metric</i>
TCC1	Trabalho de Conclusão de Curso 1
TCC2	Trabalho de Conclusão de Curso 2
W3C	<i>World Wide Web</i>
UAAG	<i>User Agent Accessibility Guidelines</i>
ATAG	<i>Authoring Tool Accessibility Guidelines</i>
ARIA	<i>Accessible Rich Internet Applications</i>
PcD	Pessoa com Deficiência
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
CAT	Comitê de Ajudas Técnicas
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	Justificativa	23
1.2	Questão de Pesquisa	23
1.3	Objetivos	23
1.4	Organização do Trabalho	24
2	REFERENCIAL TEORICO	25
2.1	Acessibilidade	25
2.1.1	Acessibilidade Web e Acessibilidade Digital	27
2.1.2	Usabilidade	27
2.2	Deficiência Visual	29
2.3	Tecnologia Assistivas	30
2.4	Normas e Diretrizes de Acessibilidade	31
2.5	Métricas de Acessibilidade	33
2.5.1	Diretrizes	34
2.5.2	Teste de Usuário	35
2.5.3	Design Universal	35
2.6	Métodos de Avaliações de Acessibilidade	37
2.7	Ferramentas Automatizadas	39
2.7.1	Wave	39
2.7.2	Lighthouse	40
2.7.3	AChecker	40
2.7.4	SortSite	40
2.7.5	<i>Accessibility Insights for Web</i>	41
3	METODOLOGIA	43
3.1	Classificação da Pesquisa	43
3.2	Preparação para Coleta de Dados	45
3.2.1	Estabelecer o objetivo da avaliação	45
3.2.2	Escolher o Site a ser Avaliado	46
3.2.3	Definir o tipo de deficiência visual	46
3.2.4	Escolha das tarefas	46
3.2.5	Escolha das diretrizes e das ferramentas automatizadas	46
3.2.6	Definir as questões e métricas para o GQM	47
3.3	Coleta de Dados	47
3.3.1	Execução das sessões de avaliação	48

3.3.2	Testes manuais	48
3.3.3	Testes automatizados	48
3.3.4	Teste com usuários deficientes visuais	48
3.3.5	Registro dos Dados	49
3.4	Análise dos Dados	49
3.4.1	Análise dos Resultados	49
3.4.2	Melhorias e Recomendações	50
3.5	Limitações do Estudo	50
3.6	Cronograma	51
4	ESTUDO DE CASO	53
4.1	Preparação para Coleta de Dados	53
4.1.1	Estabelecer o objetivo da avaliação	53
4.1.2	Escolher o site a ser avaliado	54
4.1.3	Definir o tipo de deficiência visual	54
4.1.4	Escolha da tarefa	55
4.1.5	Escolha das diretrizes e das ferramentas automatizadas	59
4.1.6	Definir as questões e métricas para o GQM	61
4.2	Coleta de Dados	65
4.2.1	Execução das sessões de avaliação	66
4.2.1.1	Testes manuais	66
4.2.1.2	Ferramentas automatizadas	67
4.2.1.3	Testes com usuários deficientes visuais	69
4.2.2	Registro dos dados	70
5	ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS	77
5.1	Respondendo as questões do GQM	77
5.2	Proposta de Melhoria	79
6	CONCLUSÃO	81
	REFERÊNCIAS	85
	APÊNDICES	89
	APÊNDICE A – DETALHAMENTO DAS MÉTRICAS	91
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ES- CLARECIDO	101

APÊNDICE C – ENTREVISTA	103
--------------------------------	------------

1 Introdução

A visão faz parte dos cinco sentidos do ser humano, mas pode acontecer desde o nascimento ao longo da vida situações que a prejudiquem de forma significativa, levando as pessoas a apresentarem dificuldades em seu cotidiano para realizar até mesmo tarefas simples, como manejar um site ou aplicativo. Sabe-se que em decorrência dos avanços da tecnologia e da popularização dos aparelhos eletrônicos, como smartphones, tablets e computadores, o número de pessoas com problemas na visão tem aumentado significativamente nos últimos anos. Além disso, ao longo da vida, os olhos passam por mudanças naturais que podem afetar a qualidade da visão e contribuem para a sua deterioração. (MATTOS; SATURNINO; AMANCIO, 2022)

Cita-se ainda, que existem pessoas que nascem com tipos de deficiência congênita ou são acometidas de acidentes que geram-lhes perda parcial ou total em sua visão. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, estima-se que 285 milhões de pessoas em todo o mundo tenham deficiência visual: 39 milhões são cegas e 246 têm baixa visão (NETO et al., 2017).

Somente no Brasil de acordo com o Censo 2010, 18,6% da população brasileira possui algum tipo de deficiência visual. Desse total, 6,5 milhões apresentam deficiência visual severa, sendo que 506 mil têm perda total da visão (0,3% da população) e 6 milhões, grande dificuldade para enxergar (3,2%). Cerca de 23,9% da população possui algum tipo de deficiência, entre elas, a que mais aparece é a deficiência visual, com cerca de 35,7 milhões de pessoas (IBGE, 2010).

De acordo com uma projeção realizada por Liu et al. (2022), a deficiência visual é um problema global, com estimativas indicando que mais de 36 milhões de pessoas vivem com cegueira atualmente e além disso, é previsto que esse número cresça para 115 milhões até o ano de 2050.

Diante deste cenário, a web tem tido um avanço significativo para pessoas com deficiência visual, permitindo-lhes acessar uma enorme quantidade de informações que anteriormente não estavam disponíveis por meio de interpretações em braile ou áudio. Desde o início da década anterior e com o desenvolvimento de leitores de tela, usuários com deficiência visual têm acesso instantâneo e ilimitado a informações. Isso, por sua vez, tem apoiado sua independência e integração em ambientes de trabalho e educacionais. No entanto, apesar desse avanço, as páginas da web estão se tornando cada vez mais complexas para que um leitor de tela possa acessá-las. Assim, os usuários com deficiência visual são deixados com muitos desafios que impedem sua interação com o ambiente web (AQLE; KHOWAJA; AL-THANI, 2020).

Nesse sentido, é de suma importância a criação de tecnologias que visem a acessibilidade de pessoas com deficiência visual a fim de garantir-lhes independência em seu cotidiano, pauta esta que está preconizada no estatuto da pessoa com deficiência Art. 53º da Lei N.º13.146.

“A acessibilidade é direito que garante à pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida viver de forma independente e exercer seus direitos de cidadania e de participação social.”(BRASIL, 2015b)

Assim sendo, a tecnologia assistiva está presente para auxiliar na garantia da acessibilidade e tem como principal objetivo permitir que os usuários acessem e interajam com o conteúdo apresentado nas telas dos computadores. No entanto, seu bom desempenho está diretamente ligado à construção dos ambientes informacionais digitais de forma acessível. É necessário seguir as diretrizes de acessibilidade que estabelecem padrões para o desenvolvimento de páginas web que possam ser lidas e transmitidas corretamente aos usuários. Somente dessa forma, é possível garantir que a tecnologia assistiva funcione adequadamente (ROCHA; DUARTE, 2012).

Atualmente existem diversos documentos com normas, padrões e diretrizes de acessibilidade, elaborados por várias entidades de diversos países. Em seu estudo [Tangarife \(2007\)](#) alerta que essa multiplicidade de documentos dificulta a harmonização entre eles, pois embora todos tenham em comum o objetivo de promover a acessibilidade à Web, eles diferem bastante entre si. No entanto, muitos desses documentos foram elaborados a partir das *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG, 2018)*, criadas pelo *World Wide Web Consortium. (W3C, 2013)* Este guia descreve um conjunto de recomendações para promoção da acessibilidade na Web para pessoas com incapacidades, como cegueira e baixa visão, surdez e baixa audição, dificuldades de aprendizagem, limitações cognitivas, limitações de movimentos, incapacidade de fala e fotossensibilidade. O foco das diretivas contidas no WCAG é tornar as páginas Web acessíveis a todos os usuários da Internet em geral.

Por conseguinte, nota-se que é imprescindível a criação de tecnologias que visem à acessibilidade e conseqüentemente a inclusão de pessoas com deficiência visual, garantindo-lhes a isonomia perante toda a sociedade “É obrigatória a acessibilidade nos sítios da internet mantidos por empresas com sede ou representação comercial no país ou por órgãos de governo, para uso da pessoa com deficiência, garantindo-lhe acesso às informações disponíveis, conforme as melhores práticas e diretrizes de acessibilidade adotadas internacionalmente.” (BRASIL, 2015a).

1.1 Justificativa

A construção de uma sociedade inclusiva e com equidade é um princípio fundamental da democracia, no entanto, a participação efetiva de todos os cidadãos é um desafio para a inclusão social, visto as dificuldades ainda apresentadas na sociedade. Sendo assim é necessário o desenvolvimento de políticas públicas de inclusão que reconheçam e valorizem as diferenças individuais e que proporcionem uma verdadeira transformação conceitual na qual todos os indivíduos possam participar plenamente de acordo com suas especificidade (SANTAROSA; CONFORTO, 2002).

No presente contexto, as métricas de acessibilidade emergem como uma ferramenta de grande relevância para a avaliação de páginas web voltadas para indivíduos com deficiência visual. Tais métricas viabilizam a análise da eficácia dessas páginas web e identificação de áreas passíveis de aprimoramento no que tange à acessibilidade.

Diante dessa problemática, o presente estudo tem como objetivo realizar uma análise de um conjunto de métricas de acessibilidade para a avaliação de páginas web destinadas especificamente a indivíduos com deficiência visual. Este trabalho visa contribuir significativamente para a inclusão dessas pessoas, ao fomentar a promoção da acessibilidade digital.

1.2 Questão de Pesquisa

Considerando o contexto apresentado, este estudo visa responder a seguinte pergunta de pesquisa: **Como usar as métricas de acessibilidade para avaliar e propor melhorias para a experiência do usuário em páginas web para pessoas com deficiência visual?**

1.3 Objetivos

O propósito principal deste trabalho é **empregar as métricas de acessibilidade para avaliar a eficácia das páginas web, visando aprimorar a experiência do usuário com deficiência visual.**

Com o intuito de alcançar o objetivo geral mencionado anteriormente, este trabalho se propõe a atender os seguintes objetivos específicos:

- **OE01** - Realizar uma revisão bibliográfica sobre as principais normas e diretrizes de acessibilidade para pessoas com deficiência visual em páginas web;
- **OE02** - Selecionar e aplicar métricas de acessibilidade para avaliação da página web;

- **OE03** - Propor melhorias na página avaliada a partir dos resultados obtidos das métricas.

1.4 Organização do Trabalho

A estrutura do trabalho é dividida em capítulos. No capítulo 2 são apresentados alguns princípios fundamentais essenciais para compreender o tema da acessibilidade. São abordados temas como a definição da deficiência visual, as normas em vigor, uma explicação sobre métricas de acessibilidade e os métodos utilizados para avaliar essas métricas. No capítulo 3 apresenta-se os princípios metodológicos que guiaram a realização do estudo em todas as suas fases. No capítulo 4 tem-se o desenvolvimento do estudo de caso, focando na seleção das diretrizes para deficientes visuais, a aplicação das sessões de avaliação para coletar os dados para responder as métricas do GQM. No capítulo 5 são apresentado a análise dos dados e o resultado do GQM, com os dados gerados no estudo de caso. Por fim, no capítulo 6 conclui-se o trabalho apresentando o resultado da pesquisa e propondo sugestões e melhorias baseado na avaliação realizada das páginas web.

2 Referencial Teorico

2.1 Acessibilidade

A acessibilidade no senso comum, apresenta-se como um conceito raso que parece apenas evidenciar os aspectos referentes ao uso dos espaços físicos. Contudo, quando estudada em sua forma mais ampla a acessibilidade apresenta-se como condição de possibilidade para a transposição dos entraves que representam as barreiras para a efetiva participação de pessoas nos vários âmbitos da vida social. Portanto, ela se torna essencial para qualquer processo de inclusão social.

Nesse sentido, a acessibilidade não apenas proporciona benefícios aos usuários com limitações funcionais, mas também se fundamenta nos princípios de conforto, segurança e autonomia para todos os indivíduos. A origem dos conceitos de acessibilidade remonta à arquitetura, quando foram identificadas as dificuldades enfrentadas pelas pessoas com deficiência na década de 1950, no que se refere à mobilidade em edifícios ([OLIVEIRA, 2011](#)).

Ao longo dos anos, houve uma evolução na percepção da sociedade em relação à visão de um “homem-padrão”. Após o término da Segunda Guerra Mundial, especialmente a partir dos anos 1960, profissionais começaram a repensar conceitualmente o design de espaços e objetos, levando em consideração uma parcela significativa da população, como Pessoas com Deficiência (PcD) e idosos. Essas mudanças também foram impulsionadas por questionamentos sobre os direitos sociais. Como resultado, passou-se a entender melhor as diferenças e diversidades dos indivíduos, o que resultou em projetos mais responsáveis e comprometidos com a acessibilidade ([MONTENEGRO; SANTIAGO; SOUZA, 2009](#)).

[...] a abordagem de criar projetos arquitetônicos, urbanos e de produtos com o conceito de desenho universal teve seu início nos Estados Unidos, resultado de transformações legais, econômicas, demográficas e sociais que buscavam incluir e atender às necessidades de pessoas com deficiência e idosos ([FEITOSA; RIGHI, 2021](#)).

No ano de 1993, a Organização das Nações Unidas (ONU) publicou um conjunto de Normas que versam sobre a igualdade de oportunidades destinadas a pessoas com deficiência, abarcando a acessibilidade como um conceito primordial na busca pela promoção da equidade e participação plena desses indivíduos. Destaca-se que a definição de acessibilidade não se restringe exclusivamente ao aspecto físico ou espacial, mas sim abrange múltiplos contextos. Na contemporaneidade, observa-se um considerável número de me-

didadas legislativas que englobam a acessibilidade em diversas áreas, tais como edificações, transporte, tecnologias de informação e comunicação, telecomunicações, serviços online e bens de consumo, dentre outros âmbitos (GODINHO, 2011).

Segundo Dorneles, Afonso e Ely (2013), acessibilidade diz respeito à condição de possibilidade para a transposição dos entraves que representam as barreiras para a efetiva participação de pessoas nos vários âmbitos da vida social. No contexto da pessoa com deficiência (PcD), o termo se refere à utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação.

Na tabela 1, encontramos definições de acessibilidade que foram estipuladas tanto pela legislação quanto por normas técnicas. Entre esses conceitos, é perceptível uma extensão dos limites do ambiente físico para o mundo virtual, e acima de tudo, a importância de uma transformação cultural em relação a esse assunto.

Tabela 1 – Conceitos de Acessibilidade

Fonte	Conceito
Decreto nº 5.296/2004	condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação por uma pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida.
NBR 15.559/2008	possibilidade e condição de alcance para utilização do meio físico, meios de comunicação, produtos e serviços, por pessoa com deficiência.
NBR 9050/2020; Lei nº 10.098 de 2000; Lei nº 13.146 de 2015 - Estatuto da Pessoa com Deficiência	possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privado, de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida

Fonte: Autor

De acordo com o Guia de Acessibilidade de Montenegro, Santiago e Souza (2009), inicialmente, os estudos sobre acessibilidade concentravam-se em espaços físicos e arquitetônicos. No entanto, com os avanços das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) nas últimas décadas, surgiu a necessidade de adaptar a acessibilidade a um novo ambiente: a *World Wide Web*. Essa adaptação busca atender à população em geral, ou pelo menos à maior parte dela, especialmente em relação a sites e serviços governamentais. Nesse novo contexto, a acessibilidade é chamada de Acessibilidade Web.

2.1.1 Acessibilidade Web e Acessibilidade Digital

A acessibilidade de conteúdo ou serviços disponibilizados na internet é considerada um requisito fundamental, pois garante que todas as pessoas, independentemente de suas limitações, sejam capazes de compreendê-lo, navegar e interagir adequadamente. A acessibilidade na web desempenha um papel crucial ao promover a inclusão social e facilitar a participação plena na vida comunitária de todos os indivíduos (SILVA, 2021).

Portanto, a acessibilidade web está intrinsecamente ligada à acessibilidade digital, que pode ser definida como a capacidade de um website, aplicativo móvel ou documento eletrônico ser navegável e compreensível por um amplo espectro de usuários, inclusive aqueles com deficiências visuais, auditivas, motoras ou cognitivas. Em outras palavras, a acessibilidade digital refere-se à capacidade de tornar o conteúdo online acessível e utilizável para todos os indivíduos, independentemente de suas limitações ou condições específicas (GONCALVES, 2015).

Um estudo conduzido em 2021 pela *BigDataCorp*¹, em colaboração com o Movimento Web para Todos², revelou um aumento no número de sites e aplicativos brasileiros que foram aprovados em todos os testes de acessibilidade aplicados no estudo, após a promulgação da Lei nº 12.527 (Lei de Acesso à Informação). Esses resultados indicam uma melhoria em relação à avaliação realizada no ano anterior. No entanto, constatou-se que o percentual de sites aprovados em todos os testes de acessibilidade ainda representa menos de 1% do total de 16,89 milhões de sites ativos no país (WPT, 2021).

Segundo Dias (2003), a acessibilidade digital é definida como “[...] a capacidade de um produto/artefato ser flexível o suficiente para atender à necessidade e preferências do maior número possível de pessoas” levando em conta também as possibilidades oferecidas por tecnologias assistivas, utilizadas por pessoas com deficiências visuais.

De acordo com o *site* do Governo Digital, a Acessibilidade Digital refere-se à **remoção de obstáculos na Internet**. É um conceito que envolve a concepção de sites e portais de forma a atender a todas as pessoas, independentemente de suas deficiências ou necessidades. O objetivo é garantir que todos os indivíduos possam compreender, explorar e interagir de maneira eficiente por meio de páginas e serviços digitais (BRASIL, 2018).

2.1.2 Usabilidade

Não se pode abordar o tema da acessibilidade sem discutir a usabilidade, pois embora sejam conceitos distintos, eles se complementam mutuamente, de acordo com Godoy, G. e Cinelli (2019), é essencial observar as heurísticas de usabilidade e as diretrizes de acessibilidade a fim de garantir que as interfaces de interação entre usuários e aplicativos

¹ Big Data Corp. Disponível em: <https://bigdatacorp.com.br>. Acesso em: 24/05/2023

² Movimento Web para Todos. Disponível em: <https://mwpt.com.br/>. Acesso em: 24/05/2023

proporcionem eficiência, eficácia e satisfação durante a execução das tarefas (GODOY; G.; CINELLI, 2019).

Para alcançar uma usabilidade de qualidade em websites, é imprescindível levar em consideração os seguintes fatores, conforme descrito na norma (NBR9241-11, 2002):

- **Eficácia:** Acurácia e completude com as quais usuários alcançam objetivos específicos
- **Eficiência:** Recursos gastos em relação à acurácia e abrangência com as quais usuários atingem objetivos.
- **Satisfação:** Ausência do desconforto e presença de atitudes positivas para com o uso de um produto.
- **Contexto de Uso:** Usuários, tarefas, equipamento (hardware, software e materiais), e o ambiente físico e social no qual um produto é usado.
- **Sistema de Trabalho:** Sistema, composto de usuários, equipamento, tarefas e o ambiente físico e social, com o propósito de alcançar objetivos específicos.

Dias (2003) apresenta três classificações de métodos para avaliação da usabilidade de interfaces:

- **Métodos de inspeção:** (analíticos ou de prognóstico) - caracterizam-se pela não participação direta do usuário do sistema na avaliação. São avaliações pautadas em diretrizes, onde os especialistas trabalham com uma lista de possíveis problemas e os avaliam. Uma vez diagnosticados os problemas, são feitas recomendações para solucioná-los;
- **Método de teste com usuários:** técnicas etnográficas podem ser aplicadas ao sítio inteiro ou em apenas algumas seções, ou em uma funcionalidade, ou um serviço e a qualquer momento do desenvolvimento do sítio. São realizados em condições controladas, com objetivos definidos, num dado cenário, visando à coleta de dados comportamentais;
- **Métodos baseados em modelos:** (modelagem analítica) - visam prever a usabilidade de um sistema a partir de modelos ou representações de sua interface e/ou de seus usuários. Pretendem representar como os usuários interagem com um sistema, ou seja, são modelos criados a partir de entendimento, conhecimento, intenções ou reações do usuário.

2.2 Deficiência Visual

O conceito do que é a pessoa com deficiência está expresso no art. 1º da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, aprovado pela Assembléia Geral da ONU, em 2006. No qual disserta que a pessoa com deficiência tem impedimentos a longo prazo, em interação com diversas barreiras e podem ter obstruída sua participação plena e efetiva na sociedade, em igualdade de condições com as demais pessoas.

De acordo com o Instituto Benjamin Constant³, deficiência visual é caracterizada pela perda ou diminuição permanente da capacidade visual nos dois olhos, que não pode ser aprimorada ou corrigida por meio de intervenções cirúrgicas, tratamentos clínicos ou o uso de lentes.

A definição adotada pelo Conselho Internacional de Oftalmologia (PAIVA, 2005) estabeleceu os seguintes conceitos relacionados à deficiência visual:

- [...]- Cegueira: somente em caso de perda total de visão e para condições nas quais os indivíduos precisam contar predominantemente com habilidades de substituição da visão.
- Baixa Visão: para graus menores de perda de visão nos quais os indivíduos podem receber auxílio significativo por meio de aparelhos e dispositivos de reforço da visão.
- Visão Diminuída: quando as condições de perda de visão são caracterizadas por perda de funções visuais, como acuidade visual ou campo visual.
- Visão Funcional: descreve a capacidade de uso da visão pelas pessoas para as Atividades Diárias da Vida (ADV). Porém, muitas dessas atividades podem ser descritas apenas qualitativamente.

De acordo com Dias (2003), no espectro da capacidade visual, podemos identificar diversas patologias que afetam o sistema visual, tais como miopia, estrabismo, astigmatismo e hipermetropia. É importante salientar que, embora essas condições possam ocasionar limitações visuais, não são categoricamente classificadas como deficiência visual.

Alem disso, o daltonismo, também conhecido como discromatopsia, é uma condição visual que interfere na percepção das cores. Essa anomalia ocorre na retina e é congênita, hereditária e intratável. Ela afeta a capacidade de distinguir cores com precisão. Essa condição é causada por uma anormalidade na retina, a camada sensível à luz localizada na parte de trás do olho. É importante ressaltar que o daltonismo é uma condição congênita, ou seja, está presente desde o nascimento (CASARIN, 2015).

³ Instituto Benjamin Constant. Disponível em: <https://www.gov.br/ibc/pt-br>. Acesso em: 25/05/2023

2.3 Tecnologia Assistivas

Radabaugh (2005) diz que “para as pessoas, a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis”.

De acordo com o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT)⁴ - o termo Tecnologia Assistiva (TA) trata-se de:

“[...] uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social”(CAT, 2007)

Em termos simples, tecnologia assistiva refere-se a qualquer dispositivo, programa de computador ou produto que ajude um grupo de indivíduos com restrições físicas ou mentais a acessar o ambiente ao seu redor. Nesse contexto, este trabalho focará em tecnologias assistivas voltadas para a interação humanos-computador, ou seja, tecnologias que ajudam usuários com deficiências a utilizar interfaces de páginas da web.

Abaixo, serão mencionadas algumas das tecnologias assistivas frequentemente empregadas para a interação com software e páginas web.

Leitores de Tela - Um programa que se comunica com o sistema operacional e registra todos os dados apresentados na forma de texto, convertendo-os em uma resposta vocal por meio de um mecanismo de síntese de voz. Essa ferramenta é usada por indivíduos com deficiência visual para acessar e interagir com computadores, tablets e smartphones. É crucial enfatizar que o simples uso de um leitor de tela não garante automaticamente a acessibilidade de uma aplicação para os usuários que dependem dele. É preciso que o software tenha sido desenvolvido levando em consideração o suporte aos leitores de tela. Por exemplo, elementos visuais, como imagens e ícones, devem ter uma descrição textual alternativa disponível. Exemplos de leitores de tela: NVDA⁵, JAWS⁶ e DOSVOX⁷ para sistema Windows. Orca⁸ para sistemas Linux e para sistemas *mobiles* VoiceOver(iOS)⁹ e TalkBack (Android)¹⁰

⁴ Comitê de Ajudas Técnicas. Disponível em: <http://www.mj.gov.br/corde/comite.asp>>. Acesso em: 29/05/2023

⁵ NV Acess. Disponível em: <https://www.nvaccess.org/> . Acesso em: 30/05/2023

⁶ JAWS. Disponível em: <https://www.freedomscientific.com/products/software/jaws/>. Acesso em: 30/05/2023

⁷ Projeto DOSVOX. Disponível em: <https://cta.ifrs.edu.br/tecnologia-assistiva/ferramentas-gratuitas-de-ta/>. Acesso em: 30/05/2023

⁸ Orca. Disponível em: <https://help.gnome.org/users/orca/stable/introduction.html.ptBR>. Acesso em: 30/05/2023

⁹ VoiceOver. Disponível em: <https://www.apple.com/br/accessibility/vision/>. Acesso em: 30/05/2023

¹⁰ TalkBack. Disponível em: <https://support.google.com/accessibility/android/>. Acesso em: 30/05/2023

Ampliadores de Tela - Aumentam o tamanho da fonte e das imagens na tela do computador para os usuários com baixa visão. Geralmente já vem por padrão nos sistemas operacionais como Lupa do Windows¹¹, também está disponível em sistemas móveis como Android e iOS.

Mudança no Esquema de Cores - É possível realizar ajustes no esquema de cores das páginas de um site para ajudar indivíduos com baixa visão, daltonismo, problemas de concentração ou dificuldades na leitura. Disponíveis em páginas web em forma de extensão, temos como exemplo: *High Contrast*¹²

2.4 Normas e Diretrizes de Acessibilidade

O Consórcio *World Wide Web* (W3C) é uma comunidade internacional que se dedica ao desenvolvimento de protocolos e diretrizes para garantir a acessibilidade das páginas da *World Wide Web*. Para cumprir esse objetivo, o W3C estabeleceu a *Web Accessibility Initiative* (WAI), composta por grupos de trabalho responsáveis pela elaboração de diretrizes relacionadas à acessibilidade do conteúdo da Web. Assim, a maioria das diretrizes são desenvolvidas ou baseadas nas diretrizes do W3C (W3C, 2013).

Com o objetivo de ampliar seu âmbito de atuação, o W3C/WAI implementa iniciativas que são de sua responsabilidade, conhecidas como *W3C Recommendations*. As principais orientações e diretrizes relacionadas à acessibilidade incluem:

- *User Agent Accessibility Guidelines* - são diretrizes para melhorar a acessibilidade dos agentes de usuário, como navegadores e leitores de tela. Elas visam garantir que pessoas com deficiência possam acessar e interagir com conteúdo online de forma eficaz e inclusiva (W3C, 2013);
- *Web Content Accessibility Guidelines* - são diretrizes para tornar o conteúdo da web mais acessível a todas as pessoas, incluindo aquelas com deficiências. Elas definem critérios e técnicas para garantir que websites e aplicativos sejam percebidos, operados e compreendidos por todos (W3C, 2013);
- *Authoring Tool Accessibility Guidelines* - são diretrizes para tornar as ferramentas de autoria mais acessíveis aos desenvolvedores de conteúdo web. Elas visam garantir que essas ferramentas possibilitem a criação de conteúdo acessível de maneira mais fácil e eficiente (W3C, 2013);

¹¹ Lupa do Windows. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/windows/usar-a-lupa-para-facilitar-a-visualiza%C3%A7%C3%A3o-dos-itens-na-tela-414948ba-8b1c-d3bd-8615-0e5e32204198>. Acesso em: 30/05/2023

¹² High Contrast. Disponível em: <https://chrome.google.com/webstore/detail/high-contrast/djcfdncoelnblldjfhinnjldjlikmph?hl=pt-BR>. Acesso em: 30/05/2023

- *Affordable Rich Internet Applications* - são diretrizes que definem maneiras de tornar o conteúdo da Web mais acessível, especialmente o conteúdo dinâmico e os controles avançados da interface do usuário. Aplica-se a aplicativos da Web e ao acesso a sites com dispositivos móveis ([W3C, 2013](#)).

Dentre as diretrizes mais amplamente utilizadas para a web, destaca-se a WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*), que é desenvolvida de forma progressiva e encontra-se atualmente na versão 2.1. A WCAG é composta por 13 diretrizes que se concentram em fornecer os objetivos fundamentais que os autores devem alcançar para tornar o conteúdo mais acessível aos usuários com diversas deficiências. Essas diretrizes são fundamentadas em 4 princípios centrais ([WCAG, 2018](#)), sendo eles:

- Perceptível - Os componentes de informação e a interface do usuário devem ser apresentados de maneira perceptível aos usuários. Isso significa que as informações devem ser apresentadas de forma clara e visível, para que os usuários possam compreendê-las facilmente;
- Operável - Os componentes da interface do usuário e a navegação devem ser facilmente operáveis pelos usuários. Isso significa que a interface não deve exigir interações que os usuários não consigam realizar;
- Compreensível - As informações e a operação da interface do usuário devem ser compreensíveis para os usuários. Isso significa que o conteúdo apresentado e as ações disponíveis na interface não devem ser muito complexos ou difíceis de entender;
- Robusto - O conteúdo deve ser suficientemente robusto para ser interpretado de forma confiável por uma ampla variedade de dispositivos e tecnologias assistivas. Isso significa que os usuários devem ser capazes de acessar o conteúdo independentemente das inovações tecnológicas ou avanços nos agentes de usuário.

Existem critérios de avaliação testáveis para cada diretriz contida nesses princípios, que abordam problemas específicos de acesso para usuários com deficiências. Esses critérios são classificados em três níveis, denominados A, AA e AAA, e correspondem aos níveis de conformidade estabelecidos pela norma WCAG. Inicialmente, a quantidade de recomendações apresentadas pode parecer abrangente e desafiadora de serem implementadas. No entanto, existem diversas ferramentas de avaliação de acessibilidade disponíveis, as quais seguem as diretrizes estabelecidas pelo WCAG 2.0 que auxiliam nesse desafio.

2.5 Métricas de Acessibilidade

Segundo [Vigo, Brajnik e Connor \(2012\)](#), as métricas da web são ferramentas usadas para avaliar características de acessibilidade dos sites ou páginas da web. Essas métricas tem o propósito de ajudar a resumir os resultados obtidos em uma avaliação que segue um conjunto de diretrizes. Além disso, de acordo com [Song et al. \(2018\)](#), as métricas de acessibilidade da web podem ser usadas para medir o nível de acessibilidade de um site.

As métricas devem atender a cinco aspectos diferentes ([SONG et al., 2018](#)). Elas devem:

- Ser simples de entender - As métricas de acessibilidade devem ser facilmente compreendidas por diferentes partes interessadas, incluindo desenvolvedores, designers e usuários. Isso permite que todos tenham clareza sobre o que está sendo medido e como interpretar os resultados;
- Ter uma definição precisa - As métricas de acessibilidade devem ser claramente definidas e bem fundamentadas. Isso evita ambiguidades e garante que a avaliação da acessibilidade seja consistente e confiável;
- Ser objetivas - As métricas devem ser baseadas em critérios mensuráveis e não dependerem de opiniões subjetivas. Isso significa que os resultados obtidos a partir das métricas podem ser verificados e reproduzidos de forma consistente, independentemente do avaliador;
- Ser economicamente viáveis - As métricas de acessibilidade devem ser práticas e não exigir recursos excessivos, como tempo, dinheiro ou tecnologia especializada. Isso garante que a avaliação da acessibilidade possa ser realizada de forma eficiente e acessível para diferentes projetos e organizações;
- Fornecer informações para interpretações significativas - As métricas de acessibilidade devem fornecer dados relevantes e significativos, permitindo uma compreensão clara do nível de acessibilidade de um site ou aplicativo. Isso possibilita a tomada de decisões informadas e a identificação de áreas específicas que precisam de melhorias para promover uma maior acessibilidade.

De acordo com [Parmanto e Zeng \(2005\)](#), para medir a acessibilidade de sites da web de forma eficaz, é crucial ter métricas que apresentem propriedades específicas. Essas métricas devem ser capazes de estabelecer um intervalo de valores que abrange desde a acessibilidade perfeita até a completa falta de acessibilidade. Sendo assim, é igualmente importante que essa faixa de valores seja suficientemente ampla, permitindo uma maior precisão ao distinguir os extremos opostos.

2.5.1 Diretrizes

As métricas utilizadas serão embasadas nas diretrizes estabelecidas pelo W3C, no conjunto de recomendações conhecido como WCAG, conforme discutido na seção 2.4 do presente trabalho. Essas diretrizes abrangem uma variedade de recomendações com o intuito de promover a acessibilidade do conteúdo web. Ao aderir a essas diretrizes, é possível assegurar que o conteúdo em questão se torne acessível a um número significativamente maior de indivíduos com deficiência, ampliando assim o alcance de inclusão oferecido pela plataforma digital. Essas diretrizes estão organizadas na tabela 2.

Tabela 2 – Diretrizes WCAG

Princípios	Diretrizes
Perceptível	Alternativas em texto
	Mídias com base em tempo
	Adaptável
	Discernível
Operável	Acessível por teclado
	Tempo suficiente
	Convulsões
	Navegável
Compreensível	Legível
	Previsível
	Assistência de entrada
Robusto	Compatível

Fonte: Autor

- **Perceptível** - Este princípio diz respeito à importância de garantir que o conteúdo da web seja perceptível para todos os usuários, independentemente de suas habilidades sensoriais. Ele aborda diretrizes relacionadas à disponibilidade de alternativas textuais para imagens e vídeos, contraste de cores adequado para facilitar a leitura, fornecimento de legendas e transcrições para conteúdos de áudio e vídeo bem como, tornar os conteúdos operáveis por meio de teclado.
- **Operável** - O princípio da operabilidade trata da necessidade de tornar o conteúdo da web operável para uma ampla gama de usuários, incluindo aqueles com habilidades motoras limitadas. Ele aborda diretrizes relacionadas à navegabilidade do site usando apenas o teclado, tempo suficiente para interagir com o conteúdo, prevenção de erros e garantia de que os usuários possam pausar, interromper ou controlar qualquer conteúdo em movimento.
- **Compreensível** - O princípio da compreensibilidade enfatiza a importância de tornar o conteúdo da web compreensível para todos os usuários, independentemente de sua formação ou habilidades cognitivas. Ele aborda diretrizes relacionadas à clareza e

simplicidade da linguagem utilizada, organização lógica do conteúdo, fornecimento de instruções claras e previsibilidade na navegação do site.

- Robusto - O princípio da robustez refere-se à necessidade de garantir que o conteúdo da web seja acessível em uma ampla variedade de plataformas e tecnologias, incluindo dispositivos e navegadores mais antigos. Ele aborda diretrizes relacionadas à utilização de padrões abertos e tecnologias acessíveis, evitando dependência de uma única tecnologia e garantindo que o conteúdo seja interpretado corretamente por diferentes agentes de usuário.

2.5.2 Teste de Usuário

Outra métrica utilizada é a de teste de usuário, neste caso em específico com deficientes visuais, é uma métrica crucial para avaliar a acessibilidade de páginas web. Este método envolve a participação direta de indivíduos com deficiência visual no processo de avaliação, proporcionando perspectivas valiosas sobre possíveis desafios de navegação e utilização do site. Ao realizar esses testes, é fundamental considerar a diversidade de deficiências visuais, com o objetivo de obter informações importantes de uma ampla gama de experiências.

A aplicação do teste de usuário no contexto da avaliação de acessibilidade web, permite estabelecer uma relação mais sólida e eficaz com as diretrizes de acessibilidade para conteúdo web (WCAG). Esse procedimento oferece aos desenvolvedores web uma compreensão prática de como as diretrizes do WCAG se manifestam nas experiências diárias de navegação.

Ao combinar as opiniões dos usuários com as diretrizes do WCAG, torna-se possível identificar pontos de conformidade ou de não conformidade com as diretrizes. Dessa forma, é possível oferecer uma experiência online mais inclusiva e eficaz para os usuários com deficiência visual.

2.5.3 Design Universal

O Design Universal ou Design Inclusivo tem como objetivo criar produtos e ambientes que possam ser utilizados pela maioria das pessoas, independentemente de apresentarem alguma deficiência ou não. Essa abordagem enfatiza a capacidade individual em vez da deficiência, argumentando que a exclusão ocorre devido a uma concepção inadequada de ambientes e produtos. O Design Universal não é uma métrica em si, mas sim um conjunto de princípios que guiam o processo de design. No entanto, esses princípios podem ser aplicados para avaliar a acessibilidade de um website (CLARKSON, 2003).

De acordo com [Design \(1997\)](#), o design universal está fundamentado em sete princípios fundamentais:

- **Uso Equitativo:** Isso significa que o design deve ser útil e acessível a pessoas com diversas habilidades. No contexto de um site, significa o uso de texto alternativo para imagens, tornando-o acessível para pessoas que usam leitores de tela.
- **Flexibilidade no Uso:** O design deve atender a uma ampla gama de preferências e habilidades individuais. Para usuários da web com deficiência visual, isso inclui a capacidade de aumentar o contraste ou o tamanho do texto.
- **Uso Simples e Intuitivo:** O uso do design deve ser fácil de entender, independentemente da experiência, conhecimento, habilidades linguísticas ou nível de concentração atual do usuário. Isso significa um layout de site simples e intuitivo que é fácil de navegar com um leitor de tela.
- **Informação Perceptível:** O design deve comunicar a informação necessária ao usuário de maneira eficaz, independentemente das condições ambientais ou das habilidades sensoriais do usuário. Isso envolve o uso de texto alternativo para imagens bem como, cabeçalhos claros e estruturados.
- **Tolerância ao Erro:** O design deve minimizar riscos e consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais. Para usuários da web com deficiência visual, isso significa fornecer confirmações antes de executar ações que possam ter consequências significativas (por exemplo, excluir uma conta).
- **Baixo Esforço Físico:** O design deve ser usado com eficiência e conforto e com um mínimo de fadiga. No contexto da acessibilidade na web, isso significa que os usuários podem navegar e interagir com o site usando apenas o teclado.
- **Tamanho e Espaço para Aproximação e Uso:** O design deve ser adequado e acessível para interação, independentemente do tamanho, postura ou mobilidade do usuário. No caso da acessibilidade na web, isso é menos relevante para usuários com deficiência visual, mas ainda assim é de suma importância considerar em um contexto mais amplo de acessibilidade.

É necessário considerar que, segundo [Clarkson \(2003\)](#), a ampla diversidade de pessoas impede que o design universal possa ser aplicado em sua totalidade. Sempre haverá algum grau de exclusão, no entanto, é crucial minimizá-la ao máximo.

Independentemente da escolha da métrica, ao definir a métrica a ser utilizada para a avaliação, deve-se aderir aos cinco aspectos sugeridos por [Song et al. \(2018\)](#), mencionados anteriormente, a fim de estabelecer métricas bem definidas para uma avaliação mais precisa de páginas da web.

2.6 Métodos de Avaliações de Acessibilidade

Diversos métodos de avaliação para acessibilidade digital foram propostos por pesquisadores para analisar a acessibilidade na web. Esses métodos incluem a verificação de conformidade, avaliação subjetiva, identificação de obstáculos, testes realizados por usuários e o uso da Linguagem de Avaliação e Relatório (BRAJNIK, 2006).

Sendo assim, neste trabalho foi empregado a análise de conformidade para investigar os websites, o qual é de longe o método mais comum de avaliação, também conhecido como “revisão das diretrizes”. Durante o processo de análise de conformidade, é importante seguir duas etapas essenciais. Primeiro, é necessário selecionar as diretrizes apropriadas para o contexto em questão. Em seguida, é fundamental examinar minuciosamente o website, levando em consideração cada item de verificação contido nas diretrizes selecionadas (RAU et al., 2014).

Segundo Vanderdonckt, Beirekdar e Noirhomme-Fraiture (2004) a avaliação de conformidade tradicional é influenciada pelos julgamentos dos avaliadores, o que significa que os resultados não podem ser totalmente objetivos. No entanto, ao utilizar ferramentas automáticas de avaliação de acessibilidade durante o processo, é possível reduzir a subjetividade dos resultados.

Nenhuma ferramenta de avaliação é capaz de detectar automaticamente todos os problemas de acessibilidade, e há possibilidade de que as análises realizadas por tais ferramentas apresentem imprecisões. Por conseguinte, as ferramentas de avaliação devem ser consideradas como um recurso complementar, enquanto os avaliadores devem ser responsáveis pela tomada de decisões finais.

A Iniciativa de Acessibilidade na Web (W3C, 2013) propôs uma abordagem em etapas para a avaliação de conformidade, que deve ser aplicada da seguinte maneira: (1) determinar o escopo da avaliação; (2) testar por meio de ferramentas automáticas de avaliação de acessibilidade; (3) avaliar manualmente uma amostra representativa de páginas; e (4) resumir e relatar os resultados.

Também existem outras maneiras de medir os processos de software, como a ISO/IEC 15939 e o PSM (*Practical Software & Systems Measurement*) (ISO15939, 2002).

A norma ISO15939 (2002) estabelece um conjunto de diretrizes para medir software, definindo atividades e tarefas necessárias para identificar, definir, aplicar e melhorar a medição em uma estrutura organizacional ou de projeto.

Por sua vez, o PSM Defense (2003) descreve a medição como um processo sistemático e flexível que pode ser aplicado tanto à engenharia de software quanto à engenharia de sistemas, assim como às atividades de gerenciamento de projetos. A abordagem GQM, que será detalhada separadamente, será utilizada especificamente para avaliar a acessibilidade

da Web.

Ainda no âmbito dos métodos utilizados para a avaliação da acessibilidade da web, existem diversas abordagens disponíveis. Dentre elas, destaca-se o modelo conhecido como GQM (*Goal, Question, Metric*) proposta por (BASILI; CALDIERA; ROMBACH, 1994).

O GQM é uma abordagem usada no desenvolvimento de software para definir metas, formular perguntas relacionadas a essas metas e determinar as métricas apropriadas para medir o progresso em direção a essas metas.

A abordagem GQM segue um modelo com três níveis: meta (*Goal*), questão (*Question*) e métrica (*Metric*), que correspondem, respectivamente, às fases de identificar as principais metas dos projetos de desenvolvimento e manutenção de software, elaborar questões práticas para refinar as metas e medir o cumprimento das metas através de métricas de software. (BASILI; CALDIERA; ROMBACH, 1994)

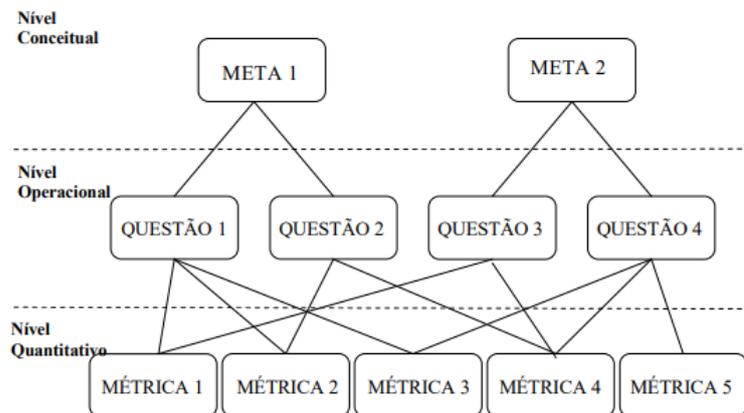
Definição de metas (*Goals*): é também conhecido por nível conceitual. Nesta etapa, as metas gerais do processo de desenvolvimento de software são identificadas. Essas metas devem ser específicas, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e baseadas no tempo.

Formulação de perguntas (*Questions*): é também conhecido como nível operacional. Com base nas metas definidas, as perguntas específicas são formuladas para orientar a avaliação e o monitoramento do progresso. Essas perguntas devem ser concretas, claras e fornecerem informações relevantes para a meta estabelecida.

Seleção de métricas (*Metrics*): é também chamado de nível quantitativo. Neste nível cada questão elaborada é acompanhada por um conjunto de dados que são associados a ela, levando em consideração aspectos quantitativos e mensuráveis.

O modelo GQM apresenta uma hierarquia de níveis que inclui conceitual, operacional e quantitativo. Na Figura 1, é demonstrado como as metas são detalhadas em várias questões, que por sua vez são refinadas em métricas sendo elas objetivas ou subjetivas. É importante notar que uma mesma métrica pode ser aplicada para responder a uma ou mais questões que derivam de uma ou mais metas.

Figura 1 – Modelo Hierárquico do GQM



Fonte: (BASILI; CALDIERA; ROMBACH, 1994)

2.7 Ferramentas Automatizadas

As ferramentas automatizadas destinadas à avaliação da acessibilidade de páginas da web são consideradas recursos de suma importância, pois desempenham um papel fundamental na identificação de possíveis problemas de acessibilidade e na garantia de que os sites sejam acessíveis a todos os usuários, independentemente de suas habilidades visuais, auditivas, motoras ou cognitivas.

O funcionamento dessas ferramentas baseia-se na análise do código e do conteúdo de uma página da web, com o propósito de verificar sua conformidade com as diretrizes de acessibilidade estabelecidas pelo (W3C, 2013), conhecidas como WCAG. Vale ressaltar, que o W3C disponibiliza uma lista¹³ de recomendações de ferramentas, as quais seguem critérios específicos baseados nas diretrizes de acessibilidade. Alguns exemplos dessas ferramentas são: *Wave*¹⁴, *Lighthouse*¹⁵, *AChecker*¹⁶ e *SortSite*¹⁷.

2.7.1 Wave

O Wave é uma ferramenta de análise de acessibilidade online. Ele verifica a conformidade de páginas da web com as diretrizes de acessibilidade WCAG 2.1. Basta inserir a URL do site que quer avaliar. Esta ferramenta é capaz de detectar uma série de questões, incluindo:

¹³ Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/>

¹⁴ Disponível em: <https://wave.webaim.org/>

¹⁵ Disponível em: <https://chrome.google.com/webstore/detail/lighthouse/blipmdconlcpinefehnmjammfjpmphjk?hl=pt-BR>

¹⁶ Disponível em: <https://achecks.org/checker/index.php>

¹⁷ Disponível em: <https://www.powermapper.com/products/sortsite/>

- Erros na página: WAVE sinaliza erros que podem impedir a acessibilidade, como links quebrados ou etiquetas de formulário ausentes.
- Alertas possíveis: Além dos erros definitivos, WAVE indica alertas para problemas potenciais que podem necessitar de uma avaliação mais detalhada, como elementos que podem ser difíceis de acessar ou compreender.
- Estrutura e elementos na navegação por teclado: A ferramenta verifica a lógica da estrutura da página e a facilidade de navegação pelo teclado, garantindo que usuários que não utilizam mouse possam navegar eficientemente.
- Erros de contraste: WAVE analisa o contraste entre texto e fundo, crucial para usuários com deficiências visuais, e aponta onde a legibilidade pode ser insuficiente.
- Features ARIA (Accessible Rich Internet Applications): A ferramenta avalia o uso de ARIA, um conjunto de atributos especiais para acessibilidade, e identifica tanto a implementação correta quanto os usos incorretos que possam prejudicar a acessibilidade da página.

2.7.2 Lighthouse

O Lighthouse é uma ferramenta da Google para análise de acessibilidade e desempenho de páginas da web. Ele fornece uma pontuação geral de acessibilidade, destacando problemas como falta de textos alternativos em imagens. Além disso, o Lighthouse avalia a performance da página, identificando oportunidades de otimização, como redução do tempo de carregamento. Para usar a ferramenta na página Web, precisa estar no modo de desenvolvedor. A ferramenta não será utilizada neste trabalho porque possui poucos recursos para medir o nível de acessibilidade.

2.7.3 AChecker

O AChecker é uma ferramenta online de análise de acessibilidade que verifica se as páginas da web estão em conformidade com as diretrizes de acessibilidade WCAG 2.1. Para usá-la, basta fornecer a URL da página que você deseja analisar. O AChecker apresenta os resultados destacando quais diretrizes não estão sendo cumpridas e quais estão sendo parcialmente atendidas, classificando-as com as notas A e AA. Devido a essas características, a ferramenta será utilizada nesta pesquisa.

2.7.4 SortSite

O SortSite é uma ferramenta que permite analisar a acessibilidade e conformidade de padrões web em uma página da web. Ao verificar um site, ele identifica possíveis

problemas de acessibilidade. Diferentemente de outras ferramentas, o SortSite não está disponível online e requer instalação. Além disso, é um aplicativo pago. Para utilizá-lo, é necessário instalá-lo e fornecer a URL do site a ser avaliado. O resultado fornecido inclui o número de problemas encontrados em cada nível de acessibilidade: A, AA e AAA. Uma versão de teste está disponível por um período de 7 dias, mas, devido ao caráter pago do aplicativo, não será utilizada nesta pesquisa.

2.7.5 *Accessibility Insights for Web*

O *Accessibility Insights for Web* é uma extensão para Chrome e o Microsoft Edge que ajuda desenvolvedores a encontrar e corrigir problemas de acessibilidade em aplicativos e sites da web. A ferramenta suporta dois cenários principais:

- *FastPass Test* é um processo leve que ajuda os desenvolvedores a identificar problemas comuns de acessibilidade que causam um alto impacto na acessibilidade em até cinco minutos.
- *Assessment Test* permite que qualquer pessoa com habilidades em HTML verifique se um aplicativo da web ou site está em conformidade com as Diretrizes de Acessibilidade para o Conteúdo da Web (WCAG) 2.1 no nível AA.

3 Metodologia

Neste trabalho, foi adotado uma metodologia de pesquisa exploratória com abordagem quantitativa e qualitativa. Inicialmente, realizaremos uma revisão abrangente da literatura existente sobre o tema para obter uma base teórica sólida. Em seguida, desenvolveremos um GQM (*Goal, Question, Metric*), as métricas baseadas no método de revisão de diretrizes da seção 2.6. Para estabelecer as métricas de avaliação que serão utilizadas na análise e avaliação.

A presente pesquisa será categorizada levando em consideração diferentes aspectos, tais como: abordagem, natureza, objetivos e procedimentos. A explicação dessas classificações e a justificativa de suas escolhas serão apresentadas posteriormente.

Para obter os dados essenciais no processo de planejamento e elaboração da pesquisa, foi necessário empregar duas estratégias distintas no processo de planejamento e elaboração da pesquisa. Utilizou-se tanto a pesquisa bibliográfica quanto a análise de estudo de caso.

3.1 Classificação da Pesquisa

Segundo [Manzini \(2011\)](#), “a pesquisa pode ser definida como um procedimento sistemático e racional que tem como princípio prover a resposta para problemas pré-estabelecidos”. Neste cenário, [Cesario, Flauzino e Mejia \(2020\)](#) em seu trabalho classificam a pesquisa quanto à: **natureza**, à **abordagem**, aos **procedimentos** e aos **objetivos**.

A Tabela 3 apresenta uma síntese das decisões adotadas no presente estudo. Nas seções subsequentes, de 3.1 a 3.2, são apresentadas as justificativas para a seleção de tais escolhas.

Tabela 3 – Classificação da Pesquisa

Categoria	Classificação
Abordagem	Quantitativa e Qualitativa
Natureza	Aplicada
Objetivos	Descritiva
Procedimentos	Bibliográfico e Estudo de Caso

Fonte: Autor

Este trabalho de pesquisa em relação à abordagem utiliza uma pesquisa quantitativa ao examinar à acessibilidade, pois busca avaliar esse aspecto por meio de métricas objetivas. Para obter os dados necessários, é utilizado ferramentas automatizadas que coleta os valores necessários. Conforme [Aliaga e Gunderson \(2002\)](#), a pesquisa quantitativa

pode ser compreendida como a investigação e compreensão de fenômenos por meio da obtenção e análise de informações expressas em números. Segundo Brandao (2001) “A pesquisa qualitativa (...) está relacionada aos significados que as pessoas atribuem às suas experiências do mundo social e a como as pessoas compreendem esse mundo.”. A coleta dos dados para a abordagem qualitativa é feita por meio de entrevistas com deficientes visuais.

No que diz respeito à natureza do trabalho, pode-se defini-lo como uma pesquisa aplicada. De acordo com Fleury e Werlang (2017), a pesquisa aplicada envolve o uso de conhecimentos previamente adquiridos para coletar, selecionar e processar fatos e dados, com o objetivo de obter e confirmar resultados, bem como gerar impacto.

Essa definição está alinhada com o propósito deste trabalho, uma vez que busca contribuir de maneira prática para a melhoria da acessibilidade na Web, por meio da definição de indicadores de qualidade. Esses indicadores serão utilizados em acordos de nível de serviço formalmente estabelecidos.

Em relação ao objetivo, o presente trabalho é classificado como **descritivo**. De acordo com Aliaga e Gunderson (2002), a pesquisa descritiva envolve a observação, registro, análise e correlação de fatos ou fenômenos (variáveis) sem manipulá-los. O propósito é descobrir, com alta precisão, a frequência com que um determinado fenômeno ocorre, assim como sua relação e conexão com outros fenômenos, além de suas características distintivas.

O uso no trabalho, é fundamentado, porque permite uma compreensão detalhada e precisa do estado atual da acessibilidade, descrevendo as características e os desafios enfrentados por deficientes visuais ao navegar em sites. Essa abordagem envolve coleta de dados e análise objetiva, fornecendo uma visão clara da situação e embasando possíveis recomendações e soluções para melhorar a acessibilidade das páginas web.

Escolheu-se as abordagens de pesquisa **pesquisa bibliográfica** e o **estudo de caso**. A revisão bibliográfica é o ponto de partida de uma pesquisa científica, na qual o pesquisador procura obras previamente publicadas que sejam pertinentes para adquirir compreensão e analisar o tema problemático da pesquisa a ser empreendida. Essa etapa auxilia desde o início, porém não de maneira exclusiva no objetivo de obter conhecimento sobre o assunto objeto de estudo (SOUSA; OLIVEIRA; ALVES, 2021).

A etapa de estudo de caso ocorre após a revisão bibliográfica, com o objetivo de proporcionar ao pesquisador um amplo entendimento sobre o tema. Nessa fase, o pesquisador irá estabelecer os objetivos da pesquisa, formular hipóteses, determinar o método de coleta de dados, o tamanho da amostra e definir a forma como os dados serão organizados e analisados (MARCONI; LAKATOS, 1996).

Segundo Yin (2005), o estudo de caso pode ser definido como “uma investigação

empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Ainda de acordo com Yin (2005), o estudo de caso é uma abordagem para investigar um fenômeno empírico através da aplicação de um conjunto de métodos e diretrizes pré-definidos.

Conforme evidenciado na pesquisa preliminar realizada para embasar a elaboração da revisão de literatura, observou-se que o tema objeto desta pesquisa é insuficientemente abordado na literatura especializada sobre acessibilidade web, especialmente no que diz respeito à utilização de métricas para a análise desse tema. Assim, pode-se afirmar que a análise de páginas da web através de métricas ainda está em uma fase de pesquisa empírica, e por isso, optar pelo método do estudo de caso é a escolha mais adequada para conduzir essa pesquisa.

Conforme descrito por Yin (2005), o estudo de caso envolve uma série de procedimentos pré-definidos, os quais guiarão a realização da pesquisa, sendo elas: **preparação para a coleta de dados, coleta dos dados e análise dos dados**.

3.2 Preparação para Coleta de Dados

Com o propósito de se planejar para a coleta de dados, o processo de preparação visa direcionar a avaliação de páginas web no contexto de acessibilidade a pessoas com deficiência visual. Nesse sentido, é essencial identificar as etapas do protocolo de coleta e as ferramentas de avaliação automática que seja adequada às necessidades do projeto e esteja em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo WCAG. Além disso, ao empregar o planejamento do GQM, é imprescindível estabelecer o objetivo da avaliação, bem como as questões e métricas relevantes para o estudo em questão.

3.2.1 Estabelecer o objetivo da avaliação

Conforme descrito na seção 2.6, ao adotar a abordagem do GQM para a avaliação de acessibilidade, é fundamental estabelecer de forma clara os seguintes elementos:

- O alvo específico da avaliação;
- Os objetivos que se deseja alcançar por meio dessa avaliação;
- As perspectivas envolvidas na avaliação;
- O contexto no qual a avaliação ocorrerá.

3.2.2 Escolher o Site a ser Avaliado

Considerando a ampla variedade de *sites* disponíveis na Internet, foi estabelecido como requisito a delimitação da escolha de um site a uma categoria específica, a fim de facilitar a seleção. Além disso, foram definidos critérios que auxiliam na decisão, incluindo: (i) a amplitude dos serviços oferecidos aos usuários, (ii) a relevância dos serviços prestados e (iii) o interesse demonstrado pelos usuários nos referidos serviços.

3.2.3 Definir o tipo de deficiência visual

Considerando a vasta gama de desafios que as pessoas com deficiência visual podem enfrentar ao navegar na web, optou-se por concentrar a avaliação em duas categorias principais: cegueira total e visão reduzida. A cegueira total abrange aqueles que não têm percepção visual e dependem inteiramente de tecnologias assistivas, como leitores de tela, para acessar o conteúdo online. A visão reduzida compreende indivíduos que possuem algum nível de visão residual, podendo variar de perceber somente formas e cores até ter uma visão significativamente limitada.

3.2.4 Escolha das tarefas

Após a definição dos sites que serão avaliados, a ampla diversidade de atividades possíveis em cada página da web contribui significativamente para a complexidade do processo de avaliação de acessibilidade. Portanto, é essencial desenvolver tarefas que sejam precisas e relevantes para a avaliação da acessibilidade. Essas tarefas devem ser executadas por meio da interação com o site em questão, levando em consideração os serviços disponibilizados pela página web.

3.2.5 Escolha das diretrizes e das ferramentas automatizadas

Com a participação do Consórcio ([W3C, 2013](#)) no estabelecimento de diretrizes de acessibilidade para a web, abrangendo todas as formas de deficiências, torna-se essencial filtrar essas diretrizes para usuários com deficiência visual, a fim de obter resultados mais precisos durante esta pesquisa.

A atual colaboração do W3C na formulação de diretrizes para acessibilidade na web, considerando diversas deficiências, destaca a importância de garantir uma experiência inclusiva para todos os usuários. No entanto, devido à natureza específica da deficiência visual, é necessário adaptar essas diretrizes para atender às necessidades particulares desse grupo de usuários.

Ao filtrar as diretrizes de acessibilidade web, focando especificamente nas demandas dos indivíduos com deficiência visual, espera-se otimizar os resultados obtidos durante

esta pesquisa. Essa abordagem, visa proporcionar soluções mais direcionadas e eficazes para aprimorar a acessibilidade da web para pessoas com dificuldades visuais.

Devido à complexidade das diretrizes do WCAG, existem ferramentas automatizadas disponíveis que podem analisar essas diretrizes. Somente foram consideradas ferramentas recomendadas pela W3C, que é um consórcio conhecido por sua confiabilidade e que norteia a avaliação deste trabalho.

No primeiro estágio, foi feita uma seleção das ferramentas que atendiam aos requisitos essenciais do projeto. Isso inclui encontrar validadores automáticos de acessibilidade de sites que atendessem aos seguintes critérios: (a) serem licenciados gratuitamente ou possuírem código aberto; (b) estarem alinhados com a versão mais atual do WCAG; (c) fornecerem uma lista detalhada e contagem dos erros encontrados; (d) avaliarem o site com uma profundidade de pelo menos um nível abaixo do nível principal; e (e) verificarem a conformidade com todos os níveis do WCAG 2.0.

Após estabelecer as diretrizes de acessibilidade e selecionar os validadores automáticos, é necessário analisar quais diretrizes específicas são atendidas por cada ferramenta escolhida. Essa avaliação tem como objetivo verificar a correspondência entre as funcionalidades oferecidas pelas ferramentas e os requisitos das diretrizes de acessibilidade.

3.2.6 Definir as questões e métricas para o GQM

A avaliação da acessibilidade web requer uma abordagem que siga um conjunto de etapas bem definidas e utiliza de critérios para identificar e medir os elementos que impactam a experiência do usuário com deficiência visual. Nessa seção, serão definidas as questões e métricas que serão utilizadas como base para a avaliação do site selecionado, completando o GQM que foi proposto para a avaliação.

As questões formuladas vão abordar diferentes aspectos da acessibilidade web, levando em consideração as diretrizes e melhores práticas estabelecidas pelo W3C. Além das questões formuladas, é importante estabelecer métricas objetivas para avaliar a conformidade do site em relação a cada aspecto da acessibilidade. Essas métricas serão baseadas nas diretrizes do WCAG e no protocolo de coleta. A definição clara dessas questões e métricas é fundamental para garantir uma análise precisa e abrangente da acessibilidade web do site selecionado.

3.3 Coleta de Dados

A coleta de dados será realizada utilizando as questões e métricas definidas pelo modelo GQM. Nesta etapa, será feito o uso de ferramentas automatizadas, testes manuais e entrevista com usuarios de deficiência visual.

3.3.1 Execução das sessões de avaliação

3.3.2 Testes manuais

A execução das sessões de avaliação envolve o uso de testes manuais. Para realizar esses testes de forma eficaz, é essencial consultar e aplicar as diretrizes da WCAG. Os testes manuais proporcionam resultados mais subjetivos e detalhados. Por exemplo, eles permitem avaliar se as descrições alternativas são compreensíveis e úteis para os usuários, se todas as seções do site são acessíveis através da navegação por teclado, e se as tecnologias assistivas estão funcionando adequadamente. Essa abordagem garante uma avaliação da acessibilidade do site, focando tanto em critérios técnicos quanto na experiência real do usuário.

3.3.3 Testes automatizados

Também como parte das sessões de avaliação, o uso das ferramentas automatizadas, após a definição das métricas com base em questões, as ferramentas automatizadas podem ajudar a responder aos dados das métricas seguindo as diretrizes do WCAG. Realizar esta tarefa manualmente pode ser extremamente custoso e trabalhoso. Por isso, a adoção de ferramentas automatizadas não apenas simplifica esse processo, mas também o torna mais eficiente.

Com um conjunto adequado de diretrizes, é possível identificar os problemas em diferentes contextos. O uso de ferramentas automatizadas pode ajudar a encontrar problemas, mas não é suficiente para analisar elementos que exigem interpretação subjetiva. Por exemplo, os testes automatizados podem verificar se um vídeo possui tradução em Libras, mas não podem verificar se a tradução está correta.

3.3.4 Teste com usuários deficientes visuais

A condução das sessões de avaliação envolve a participação do público-alvo. Ao selecionar indivíduos com deficiência visual, é importante que eles atendam aos requisitos estabelecidos na pesquisa, como detalhado na seção 2.2.

Desde o primeiro contato com os participantes com deficiência visual, é fundamental estabelecer clareza e transparência. Isso implica em comunicar de maneira precisa os objetivos da pesquisa e as tarefas que serão realizadas. Além disso, é necessário informar que as sessões serão registradas por meio de gravações em vídeo ou áudio, e é essencial obter o consentimento voluntário antes de prosseguir.

Antes da execução das sessões, é necessário coletar informações sobre os voluntários para compreender melhor o contexto da pesquisa. Esses dados incluem o tipo de deficiência

visual que possuem e a experiência prévia que possuem com a navegação em páginas da web (anos).

A etapa de execução das sessões será agendada de acordo com a disponibilidade dos participantes, considerando o local onde ocorrerá a avaliação. Durante o agendamento, serão fornecidas informações detalhadas sobre a duração estimada da avaliação, bem como uma descrição completa das tarefas que serão realizadas. Além disso, os objetivos específicos de cada tarefa serão destacados, de modo a direcionar claramente o que se espera alcançar.

3.3.5 Registro dos Dados

Cada ferramenta possui sua própria maneira de apresentar os resultados coletados. Alguns desses resultados são fornecidos em formato XML (*Extensible Markup Language*), o que pode exigir um pré-processamento para filtrar as métricas e diretrizes violadas pelo WCAG. Para facilitar o entendimento e análise dos dados, essas informações serão armazenadas em formato tabular.

3.4 Análise dos Dados

Na etapa final do estudo de caso, realizaremos a Análise dos dados coletados. O principal objetivo dessa análise é avaliar se as páginas da web estão em conformidade com as métricas definidas e identificar quais diretrizes estão sendo violadas. Dessa forma, poderá ser oferecido recomendações para melhorar a acessibilidade do site avaliado. Essas recomendações visam tornar o site mais acessível e inclusivo para todos os usuários com deficiência visual.

3.4.1 Análise dos Resultados

A análise dos resultados foi feita com base no GQM elaborado. É essencial relacionar os dados coletados por meio de ferramentas automatizadas às métricas definidas previamente. O GQM é uma abordagem sistemática amplamente utilizada na área de Engenharia de Software para correlacionar o objetivo da pesquisa, as questões e as métricas estabelecidas.

Cada métrica possui critérios específicos que determinam se ela é aprovada ou reprovada. A elaboração desses critérios é baseada em:

- Barreiras de acordo com a deficiência visual;
- Taxa de conformidade de acordo com as diretrizes de acessibilidade;
- Número e tipos de erros de acessibilidade identificados.

3.4.2 Melhorias e Recomendações

Se as métricas utilizadas para avaliar páginas da web não alcançarem os resultados desejados para a aprovação, é possível recomendar melhorias ou ajustes nessas métricas com o objetivo de torná-las mais efetivas. Essas melhorias podem ser baseadas nos resultados obtidos e na análise das métricas existentes.

3.5 Limitações do Estudo

De acordo com [Coimbra \(1978\)](#), existem ainda numerosas críticas e preconceitos relacionados à utilização do método de estudo de caso. Em linhas gerais, essas críticas podem ser sintetizadas em três aspectos principais: alegada falta de rigor científico, limitada fundamentação para generalizações científicas e o tempo necessário para coletar e analisar os dados.

Para [Goode e Hatt \(1969\)](#), “essa abordagem é comumente vista como intuitiva, sem um plano de amostragem apropriado ou a consideração de possíveis distorções causadas por perspectivas pessoais sobre a realidade social.”

Considerando a quantidade de deficiências visuais existentes e a variedade de faixas etárias dos usuários com deficiência visual, a avaliação foi realizada com somente um grupo específico de grau de deficiência visual. Para superar essa limitação, seria importante estabelecer critérios de avaliação que levem em conta as necessidades específicas de cada usuário com deficiência visual e a diversidade de faixas etárias. Dessa forma, seria possível obter uma visão mais abrangente da acessibilidade das páginas web, considerando a variedade de deficiências visuais e as diferentes idades dos usuários envolvidos.

3.6 Cronograma

A Tabela 4 descreve as fases executadas durante a fase inicial do projeto.

Tabela 4 – Fluxograma TCC1

Etapas	Meses/Semanas																	
	Abril				Maio					Junho					Julho			
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4
Definição do tema	x	x																
Realizar pesquisa bibliográfica	x	x	x	x	x	x	x											
Elaborar definição inicial da proposta (cap. 1)			x	x	x	x	x	x										
Escrita da fundamentação teórica (cap. 2)							x	x	x	x	x	x						
Planejar estudo de caso												x	x					
Escrever metodologia													x	x	x			
Revisão															x	x	x	
Apresentação TCC1																		x

Fonte: Autor

Na Tabela 5, são fornecidas as estimativas de tempo para a conclusão das etapas do TCC2.

Tabela 5 – Fluxograma TCC2

Etapas	Meses/Semanas																	
	Setembro					Outubro				Novembro					Dezembro			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4
Correções da banca	x	x	x															
Escolher o site a ser avaliado			x															
Definir o tipo de deficiência visual			x															
Escolha da tarefa				x	x													
Escolha das diretrizes e ferramentas automatizadas						x	x											
Definir as questões e métricas para o GQM							x	x	x									
Coleta de dados										x	x	x	x					
Análise dos dados e resultados														x				
Conclusão														x	x			
Entrega TCC2															x			
Revisão Geral/Melhorias																x	x	
Defesa TCC2																		x

Fonte: Autor

4 Estudo de Caso

Neste capítulo, abordamos o estudo de caso da pesquisa, onde é aplicada uma avaliação de acessibilidade em páginas web selecionadas. Para isso, foi conduzido testes com usuários e também utilizadas ferramentas automatizadas para medir o nível de acessibilidade. Ao final do capítulo, é apresentado os resultados obtidos a partir desses testes e, se necessário, sugerir recomendações para possíveis melhorias.

4.1 Preparação para Coleta de Dados

Como início do estudo de caso, o processo de preparação para coleta de dados visa estabelecer as bases do Método de Medição de Objetivos (GQM). Primeiramente por meio da formulação clara do objetivo do estudo, da seleção apropriada do site a ser avaliado e da identificação do tipo específico de deficiência visual que será abordado durante a avaliação. Uma vez definidos esses aspectos, a etapa seguinte envolve a elaboração de um conjunto de tarefas a serem executadas, que permitirão a medição abrangente do nível de acessibilidade do site escolhido. A partir dessas medições, torna-se possível desenvolver questões e métricas que vão compor o GQM, para facilitar a avaliação do grau de acessibilidade das páginas web escolhidas.

4.1.1 Estabelecer o objetivo da avaliação

Na seção 2.6 do GQM, o primeiro passo envolve a definição clara dos objetivos da avaliação de acessibilidade. Isso inclui:

- Esclarecer o objetivo principal da avaliação.
- Definir o propósito que se pretende alcançar por meio da avaliação.
- Identificar os diferentes pontos de vista ou perspectivas envolvidos na avaliação.
- Estabelecer o contexto no qual a avaliação será realizada.

Nesta pesquisa, utilizamos o modelo proposto por [Soligen e Berghout \(2009\)](#) para definir o objetivo da avaliação de acessibilidade das páginas web, conforme descrito abaixo.

Tabela 6 – Objetivo da pesquisa

Analisar	páginas web
Com o propósito de	avaliar
Com respeito à	acessibilidade
Sob o ponto de vista do	usuário com deficiência visual
No contexto do	desenvolvimento web

Fonte: Autor

4.1.2 Escolher o site a ser avaliado

A decisão de escolher o site a ser avaliado foi baseada na ampla variedade de opções disponíveis na internet. Apesar da vasta quantidade de páginas web na internet brasileira, foi decidido focar em um site governamental. Essa escolha foi embasada na Lei N.º13.146, que determina que os sites mantidos por órgãos governamentais devem garantir o acesso às informações disponíveis de acordo com as melhores práticas e diretrizes de acessibilidade internacionalmente reconhecidas.

O site selecionado para análise é o portal gov.br, uma plataforma digital destinada à interação do cidadão com o governo federal brasileiro. Para acessar os serviços disponíveis, é necessário realizar um cadastro na plataforma, utilizando o CPF como identificação, podendo, em alguns casos, incluir informações de conta bancária.

O sistema de login unificado do gov.br oferece acesso a uma variedade de serviços governamentais, tais como a Receita Federal e a obtenção de documentos digitais, como a Carteira de Trabalho Digital e a Carteira Digital de Trânsito. Além disso, ele permite o uso de aplicativos como o ConecteSUS, que registra informações sobre vacinação e fornece a Carteira Nacional de Vacinação contra a COVID-19.

O serviço a ser analisado no portal gov.br é o de consultar o CPF, redirecionando para o site da Receita Federal, não sendo necessário utilizar o login do sistema do Gov.br, somente o CPF e a data de nascimento para a consulta. A descrição detalhada da tarefa a ser realizada será apresentada posteriormente.

4.1.3 Definir o tipo de deficiência visual

O consórcio [W3C \(2013\)](#) utiliza o termo “baixa visão” para descrever diferentes níveis de deficiência visual. No entanto, é importante notar que diversos governos e organizações, incluindo a Organização Mundial da Saúde (OMS), estabelecem categorias específicas de baixa visão com base em critérios como acuidade visual e campo de visão. A acuidade visual se refere à nitidez da visão, enquanto o campo de visão é a área que uma pessoa pode enxergar quando seus olhos estão fixados em um ponto.

Em muitos contextos, a baixa visão é definida como uma deficiência visual que

não pode ser corrigida por meio de óculos comuns, lentes de contato, medicamentos ou cirurgia. Por exemplo, a dificuldade de focar em objetos próximos, que pode ser resolvida com óculos de leitura, não é considerada baixa visão em alguns contextos de direitos das pessoas com deficiência. Nessas situações, a baixa visão é frequentemente definida como uma deficiência que interfere na capacidade de realizar atividades cotidianas.

Para a classificação de deficiência visual no Brasil, o Decreto 3.298/99 estabelece dois critérios oftalmológicos:

- **Cegueira:** Quando a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, mesmo com a melhor correção óptica (óculos, lentes, etc.).
- **Baixa Visão:** Quando a acuidade visual está entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, também com a melhor correção óptica, ou nos casos em que a soma das medidas do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60 graus.

É importante destacar que o grau dos óculos não é determinante para determinar se alguém é deficiente visual. Por exemplo, uma pessoa com 20 graus de miopia que consegue enxergar perfeitamente com óculos ou lentes de contato não é considerada deficiente visual.

Neste contexto de pesquisa, apenas pessoas que se encaixam nos critérios de cegueira ou baixa visão serão consideradas como voluntárias. Além disso, foi considerado apenas deficientes visuais bilaterais, excluindo casos de cegueira monocular, de forma a garantir uma amostra representativa com diferentes níveis de deficiência visual e experiências variadas no uso de páginas web.

4.1.4 Escolha da tarefa

Na seção 4.1.2 da pesquisa, foi estabelecido que o foco da avaliação seria o portal gov.br. Dentre os inúmeros serviços oferecidos pela plataforma governamental, optou-se por analisar o serviço de consulta do CPF e consultar e solicitar a devolução de valores a receber.

Dentro das diversas funcionalidades oferecidas pela Receita Federal, como emitir certidão de regularidade fiscal, emitir DARF, atualizar CPF, consultar dívidas e pendências fiscais, foi selecionada uma tarefa específica a ser realizada por deficientes visuais: a de consultar o comprovante de situação cadastral no CPF.

O site do Banco Central do Brasil oferece uma ampla gama de recursos para o cidadão, incluindo informações sobre a política monetária, cédulas e moedas, bem como a capacidade de localizar instituições bancárias. A funcionalidades escolhida foi a de consultar valores a receber.

Para a realização das tarefas definidas é necessário realizar algumas etapas, não sendo necessário ter cadastro no sistema gov.br para acessar o sistema, ele somente é uma ponte para o sistema da Receita Federal e para o site do Banco Central, as tarefas serão descritas para auxiliar no andamento da sessão de avaliação com o usuário com deficiência visual.

- **1ª Etapa:** Na etapa inicial, o usuário deve escolher o serviço que deseja utilizar, seja ela consultar CPF ou consultar valores a receber.

Figura 2 – Página home Gov.br



Fonte: Portal Gov.br

- **2ª Etapa (Consultar CPF):** A próxima etapa o usuário deve clicar no botão Iniciar para acessar ao portal da Receita Federal.

Figura 3 – Acessando o consultar CPF



Fonte: Portal Gov.br

- **3ª Etapa (Consultar CPF):** A terceira fase compreende a emissão do comprovante de situação cadastral no CPF, para isso basta inserir o CPF e a data de nascimento e preencher o captcha de validação, se o usuário não se sentir seguro para fornecer os seus dados, poderá usar os dados do entrevistador para conseguir concluir a tarefa.

Figura 4 – Consultar CPF

A imagem mostra a interface do formulário de consulta de CPF no portal da Receita Federal. O cabeçalho azul contém o logo 'Receita Federal' e 'MINISTÉRIO DA ECONOMIA', além de uma barra de busca e ícones de redes sociais. O formulário principal tem o título 'Comprovante de Situação Cadastral no CPF' e o subtítulo 'Preencha os campos abaixo com os dados solicitados.'. Há dois campos de entrada: 'CPF:' e 'Data de Nascimento:'. À direita, há um campo de validação 'Sou humano' com o ícone do hCaptcha. No rodapé do formulário, há o texto: 'O comprovante gerado não fornece informações sobre a situação econômica, financeira ou fiscal do titular do CPF, limita-se tão somente a comprovar a situação cadastral no CPF.' e dois botões: 'Consultar' e 'Limpar'.

Fonte: Receita Federal

- **2ª Etapa (Consultar valores a receber):** A próxima etapa na tarefa de consultar valores a receber o usuário deve clicar no botão iniciar para ser redirecionado ao site do banco central.

Figura 5 – Acessando consultar valores a receber



Fonte: Portal Gov.br

- **3ª Etapa (Consultar valores a receber):** A próxima etapa na tarefa de consultar valores a receber, é selecionar o botão para consultar.

Figura 6 – Acessar a página para consultar valores a receber



Fonte: Banco Central

- **4ª Etapa (Consultar valores a receber):** A etapa seguinte na tarefa de consultar valores a receber é inserir seus dados seja ele CPF ou CNPJ e data de nascimento e validar o captcha para fazer a busca.

Figura 7 – Consultar valores a receber

Valores a Receber Consulta Pública

Tipo de documento
 CPF CNPJ

Insira o CPF
Digite o seu CPF ou de pessoa falecida

Data de nascimento:
Digite a data do seu nascimento ou de pessoa falecida

Transcreva abaixo os caracteres que você vê na figura:



Fonte: Banco Central

4.1.5 Escolha das diretrizes e das ferramentas automatizadas

As diretrizes do WCAG, criadas pelo Consórcio W3C (2013), têm como objetivo primordial melhorar a acessibilidade na web para pessoas com diversas deficiências. No âmbito da pesquisa, o foco é sobre as necessidades de indivíduos com deficiência visual, especificamente nas diretrizes estabelecidas na seção 4.1.3, que direcionam o escopo para usuários com cegueira total e baixa visão. Como visto na sessão 2.5.1 as diretrizes do WCAG são divididas em quatro princípios principais: Perceptível, Operável, Compreensível e Robusto. Cada princípio possui subitens que detalham os critérios de acessibilidade. Para as pessoas com deficiência visual, incluindo cegueira ou baixa visão, as diretrizes mais relevantes estão principalmente no princípio Perceptível e Operável, mas também podem se aplicar em menor grau aos outros princípios.

No que diz respeito às ferramentas automatizadas, elas desempenham um papel crucial na simplificação e otimização do processo de avaliação de acessibilidade. Essas ferramentas foram desenvolvidas com o propósito de identificar automaticamente problemas de acessibilidade em páginas da web, baseando-se nas diretrizes previamente selecionadas.

- **Perceptível**

- **1.1 Alternativas em Texto:** Essa diretriz exige que o conteúdo não textual, como imagens e gráficos, seja fornecido com descrições alternativas. Para pessoas cegas que usam leitores de tela, essas descrições são essenciais para compreender o conteúdo visual.
- **1.2 Mídias com base em tempo:** Subdiretrizes como legendas e audiodescrições garantem que conteúdo audiovisual seja acessível. Legendas ajudam pessoas com deficiência auditiva, enquanto audiodescrições tornam o conteúdo mais compreensível para pessoas cegas.
- **1.3 Adaptável:** Este princípio assegura que o conteúdo possa ser personalizado para atender às necessidades individuais dos usuários com deficiência visual, como aumentar o tamanho do texto ou ajustar a velocidade da reprodução de áudio.
- **1.4 Discernível:** Diretrizes sob este princípio se concentram em tornar o conteúdo visualmente perceptível, incluindo a consideração de contraste, redimensionamento de texto e legibilidade.

- **Operável**

- **2.1 Acessível por Teclado:** Essa diretriz garante que todas as interações do site possam ser realizadas usando apenas o teclado, tornando o conteúdo acessível para pessoas com deficiência visual que dependem de tecnologias assistivas.
- **2.4 Navegável:** A navegação usando apenas o teclado é fundamental para pessoas com deficiência visual, garantindo que elas possam percorrer facilmente o conteúdo e aceder a diferentes seções de um site.

- **Compreensível**

- **3.2.1 Em foco:** Essa diretriz assegura que, quando um componente recebe o foco, não deve haver uma mudança de contexto, evitando assim confusão durante a navegação.

- **Robusto**

- **4.1.3 Mensagem de Status:** Essa diretriz trata que qualquer tipo de mensagem que é resultado de uma ação ou que informa o andamento de um processo e que seja relevante para a pessoa, deve ser transmitida sem que ocorra uma mudança de contexto (foco) na tela.

Após a definição das diretrizes específicas voltadas ao público-alvo da pesquisa, procedeu-se à seleção das ferramentas automatizadas apropriadas para a coleta de dados referentes a cada diretriz. Considerando a necessidade de utilizar login, optou-se por ferramentas online que possuem extensões para navegadores, uma vez que estas se adequam mais eficientemente à tarefa proposta.

É importante destacar que, apesar das facilidades proporcionadas pelas ferramentas automatizadas, elas não abrangem a totalidade das diretrizes estabelecidas. Assim, houve a necessidade de incorporar métricas manuais de acessibilidade para assegurar uma análise completa e abrangente de todas as diretrizes em questão.

4.1.6 Definir as questões e métricas para o GQM

Na fase final do planejamento do estudo de caso, após conduzir a pesquisa sobre acessibilidade de páginas web para pessoas com deficiência visual, foram desenvolvidas quatro questões com base nas diretrizes estabelecidas pelo [WCAG \(2018\)](#). Essas questões servirão como a base para a avaliação a ser realizada. Para responder a essas questões, foram estabelecidas (9) nove métricas que empregam uma variedade de métodos de coleta de dados. Isso inclui a utilização de ferramentas automatizadas, a realização de testes com usuários com deficiência visual e uma análise manual das páginas e do código HTML das mesmas. Esse conjunto de métricas permitirá avaliar a acessibilidade das páginas web em estudo. Em seguida é apresentada a [tabela 7](#) com as questões e métricas associadas para a realização da avaliação:

Tabela 7 – GQM

Objetivo	Analisar	páginas web
	Com o propósito de	avaliar
	Com respeito à	acessibilidade
	Sob o ponto de visto do	usuário com deficiência visual
	No contexto do	desenvolvimento web
Questão 1	Q1	Qual o grau de percepção da página web avaliada?
Métricas	M1	Percentual de conteúdos não textuais que possuem alternativas textuais adequadas
	M2	Percentual de mídias baseadas em tempo que possuem transcrições e descrições em áudio
	M3	Percentual de elementos da página que mantêm sua estrutura e informação quando apresentados de maneiras diferentes
	M4	Elementos da página que cumprem critérios de contraste e tamanho de texto sem perda de conteúdo ou funcionalidade
Questão 2	Q2	Qual o grau de operação do conteúdo da página web avaliada ?
Métricas	M5	Percentual de funcionalidades da página que podem ser acessadas e operadas apenas por teclado
	M6	Percentual de links, botões e outros elementos de navegação que são claramente identificáveis e possuem descrições significativas
	M7	Percentual de tarefas específicas de navegação completadas com sucesso por usuários deficientes visuais
Questão 3	Q3	A página é de fácil de ler e compreender ?
Métrica	M8	Incidentes em que o foco em um componente resulta em uma mudança de contexto inespera
Questão 4	Q4	A página pode interpretar os erros para se tornar mais robusta ?
Métrica	M9	Percentual de mensagens resultantes de uma ação sem provocar uma mudança no fluxo e contexto da tela

Fonte: Autor

Questão 1: Qual o grau de percepção da página web avaliada?

- **Métrica 1: Percentual de conteúdos não textuais que possuem alternativas textuais adequadas**

Esta métrica avalia a proporção de elementos não textuais acompanhados por descrições alternativas. A escala varia de 0% a 100%, onde 0% indica a ausência de qualquer descrição alternativa e 100% representa a presença de descrições alternativas para todos os elementos não textuais. A coleta dessa métrica é realizada utilizando a ferramenta automatizada Wave.

- **Métrica 2: Percentual de mídias baseadas em tempo que possuem transcrições e descrições em áudio**

Esta métrica avalia a proporção de conteúdos de mídia baseados em tempo, como vídeos e áudios, que oferecem suporte à acessibilidade por meio de transcrições, legendas e descrições em áudio, quando aplicável. A escala de avaliação varia de 0% a 100%, onde 0% indica a ausência de qualquer suporte de acessibilidade e 100% representa a presença completa de transcrições, legendas e descrições em áudio para todos os conteúdos de mídia baseados em tempo na página web. A coleta desta métrica é realizada utilizando a ferramenta automatizada Wave.

- **Métrica 3: Percentual de elementos da página que mantêm sua estrutura e informação quando apresentados de maneiras diferentes**

Esta métrica avalia a capacidade dos elementos da página web de manterem sua estrutura e informações consistentes quando são apresentados de maneiras diferentes. A escala de avaliação consiste em categorias qualitativas, onde “Atende Perfeitamente” indica que os elementos da página mantêm sua estrutura e informações consistentes, “Atende Parcialmente” indica que alguns elementos mantêm consistência, mas outros podem apresentar inconsistências, e “Não Atende” indica que os elementos não conseguem manter sua estrutura ou informações consistentes. A coleta da métrica é realizada tanto de forma manual, através da análise do código da página web, quanto com o auxílio da ferramenta Achecker. A análise dos resultados ajuda a avaliar a acessibilidade da página, onde uma proporção maior de elementos que “Atende Perfeitamente” indica uma melhor acessibilidade. Em casos de resultados abaixo do esperado, é necessário identificar e corrigir os elementos específicos que não conseguem manter sua estrutura e informações consistentes.

- **Métrica 4: Elementos da página que cumprem critérios de contraste e tamanho de texto sem perda de conteúdo ou funcionalidade**

Esta métrica avalia a acessibilidade visual da página web, focando em dois elementos-chave: contraste e tamanho de texto, sem perda de conteúdo ou funcionalidade. A escala de avaliação varia de não conformidade a conformidade completa. A coleta de dados será feita com as ferramentas Achecker e Wave e de forma manual.

Questão 2: Qual o grau de [operação](#) da página web avaliada?

- **Métrica 5: Percentual de funcionalidades da página que podem ser acessadas e operadas apenas por teclado**

Esta métrica avalia a acessibilidade de teclado em uma página web, medindo a porcentagem de funcionalidades que podem ser acessadas e operadas exclusivamente usando um teclado, sem a necessidade de um mouse ou dispositivo apontador. A escala de avaliação varia de 0% a 100%, onde 0% indica nenhuma funcionalidade acessível por teclado, e 100% representa todas as funcionalidades acessíveis por teclado. A coleta de dados será realizada com a ferramenta *Accessibility Inside for Web*.

- **Métrica 6: Percentual de links, botões e outros elementos de navegação que são claramente identificáveis e possuem descrições significativas**

Esta métrica avalia a qualidade dos elementos de navegação, como links e botões, em uma página web. Ela mede a porcentagem de elementos que são facilmente identificáveis e têm descrições significativas. A escala de avaliação varia de 0% a 100%, onde 0% indica que nenhum elemento atende a esses critérios, e 100% representa que todos os elementos são adequadamente identificados e descritos. A coleta de dados é realizada de forma manual.

- **Métrica 7: Percentual de tarefas específicas de navegação completadas com sucesso por usuários deficientes visuais**

Nesta métrica, é verificado a capacidade dos usuários deficientes visuais de concluir com sucesso tarefas específicas de navegação em uma página web designada. O percentual obtido representa o número de tarefas concluídas com êxito em relação ao total de tarefas realizadas. Um valor de 100% indica que todas as tarefas foram concluídas sem obstáculos, enquanto valores inferiores refletem a porcentagem de tarefas que não foram concluídas com sucesso. A coleta de dados envolve testes reais com usuários com deficiência visual.

Questão 3: A página é fácil de [comprender](#)?

- **Métrica 8: Incidentes em que o foco em um componente resulta em uma mudança de contexto inesperada**

Esta métrica tem como objetivo avaliar a incidência de mudanças inesperadas de contexto quando o foco é direcionado a componentes em uma página web. A pontuação dessa métrica varia em uma escala qualitativa, sendo categorizada como “Atende Perfeitamente” quando todas as mensagens de erro são claras e não provocam mudanças de contexto indesejadas, “Atende Parcialmente” quando algumas mensagens são inadequadas em termos de legibilidade e causam mudanças de contexto indesejadas, e “Não Atende” quando todas as mensagens são inadequadas e prejudicam o foco da tela. A avaliação dessa métrica será realizada por meio de análise manual.

Questão 4: A página pode interpretar os erros para se tornar mais [robusta](#)?

- **Métrica 9: Percentual de mensagens resultantes de uma ação sem provocar uma mudança no fluxo e contexto da tela**

Esta métrica avalia a clareza das mensagens de erro exibidas em uma página web, garantindo que elas não causem confusão ou interrompam a experiência do usuário com deficiência visual. A pontuação varia de 0% a 100%, onde 0% indica que todas as mensagens de erro são inadequadas em termos de legibilidade e 100% representa que todas as mensagens são claras e não afeta o foco da tela. A métrica será avaliada de forma manual.

Para obter um detalhamento completo das métricas mencionadas acima, incluindo informações detalhadas sobre as fórmulas de cálculo, os valores da escala, os procedimentos de medição e os procedimentos de análise no Apêndice [A](#).

4.2 Coleta de Dados

Após a criação do GQM, o próximo passo envolve a coleta de dados, que é realizada por meio de três abordagens distintas: o uso de ferramentas automatizadas, testes manuais e testes com usuário deficiente visual. Essas técnicas combinadas permitem uma compreensão abrangente das possíveis barreiras de acessibilidade presente na página web escolhida.

4.2.1 Execução das sessões de avaliação

4.2.1.1 Testes manuais

Os testes manuais de acessibilidade empregam avaliações, recursos e métodos que envolvem a interação direta do ser humano, abordando aspectos relacionados ao teclado, à percepção visual e às habilidades cognitivas. Isso visa identificar problemas de acessibilidade que não podem ser detectados pelas ferramentas automatizadas. É fundamental não confiar exclusivamente em testes automatizados de acessibilidade e considerá-los como conclusivos, uma vez que essas ferramentas não conseguem abranger todos os critérios de sucesso estabelecidos pelas WCAG.

Embora a evolução da tecnologia tenha ampliado a capacidade das ferramentas automatizadas para cobrir mais aspectos dos testes de acessibilidade, é crucial incorporar verificações manuais e a avaliação de tecnologias assistivas aos protocolos de teste. Isso é necessário para garantir que todos os pontos de verificação relevantes das WCAG sejam devidamente abordados e que a acessibilidade seja adequadamente assegurada.

Ao analisar a página da Web para garantir a acessibilidade digital, é importante considerar diversas ferramentas e técnicas manuais. Existem três áreas principais de concentração nos testes manuais que serão utilizadas na sessão de testes manuais: a verificação da funcionalidade do teclado, as avaliações visuais específicas e a análise geral do conteúdo.

- **Verificação da funcionalidade do teclado**

Aproximadamente 25% dos desafios de acessibilidade digital se originam da ausência de suporte adequado para a interação via teclado. Essa carência impacta uma ampla gama de usuários, incluindo aqueles que dependem exclusivamente do teclado, indivíduos com deficiência visual que utilizam leitores de tela e pessoas que recorrem ao software de reconhecimento de voz, o qual também depende do conteúdo acessível por meio do teclado. (WEBDEV, 2023)

Apesar da grande influência da utilidade do teclado, a avaliação de sua funcionalidade é um processo relativamente simples. Basta desconectar o mouse e examinar o site exclusivamente por meio das teclas do teclado.

- **Verificações visuais**

As análises visuais se focalizam nos componentes visuais da página e empregam recursos como o aumento da escala na tela ou a função de zoom do navegador para avaliar a usabilidade do site ou aplicativo em termos de acessibilidade.

- **Verificações de conteúdo**

As verificações de conteúdo se concentram nas palavras presentes na página. Não basta apenas analisar o texto em si; é importante também considerar o contexto

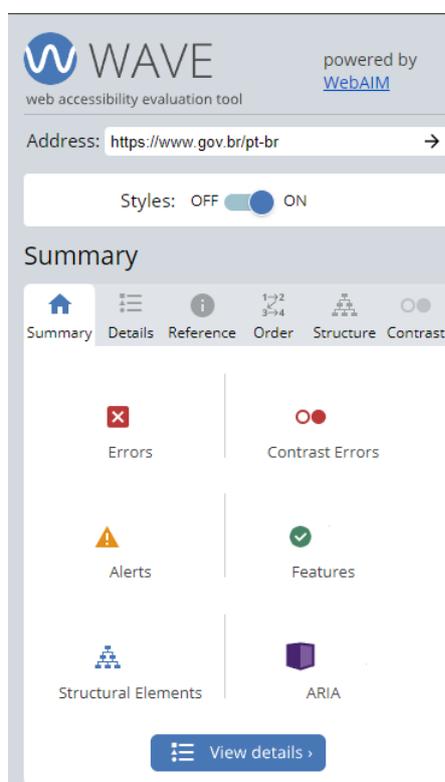
para garantir que ele seja compreensível para outras pessoas. Isso inclui avaliar se os títulos das páginas, cabeçalhos e rótulos de formulários são claros e descritivos. Além disso, é fundamental verificar se as alternativas de imagens são breves, precisas e úteis. Evitar o uso de cores como o único meio de transmitir significado ou informações é outra consideração importante. Por fim, ao criar links, é recomendável utilizar textos descritivos em vez de termos genéricos como “leia mais” ou “clique aqui”.

4.2.1.2 Ferramentas automatizadas

Para realizar testes com as ferramentas automatizadas de avaliação, é essencial fornecer a URL da página web que você deseja analisar, pois muitas dessas ferramentas operam online. Alternativamente, se o desenvolvedor oferecer uma extensão para navegadores, é possível executar o teste por meio da extensão disponível para Chrome ou Firefox.

- **WAVE**

Figura 8 – Ferramenta Automatizada WAVE



Fonte: Wave, 2023

Para utilizar o WAVE, basta acessar o website da ferramenta ou instalar a extensão do navegador, inserir a URL da página que deseja testar e iniciar a análise. O WAVE

apresentará a página analisada com ícones e indicadores de diferentes cores que destacam erros, alertas e recursos de acessibilidade, oferecendo um resumo detalhado no painel da ferramenta para facilitar a identificação e correção de problemas de acessibilidade.

- **Achecker**

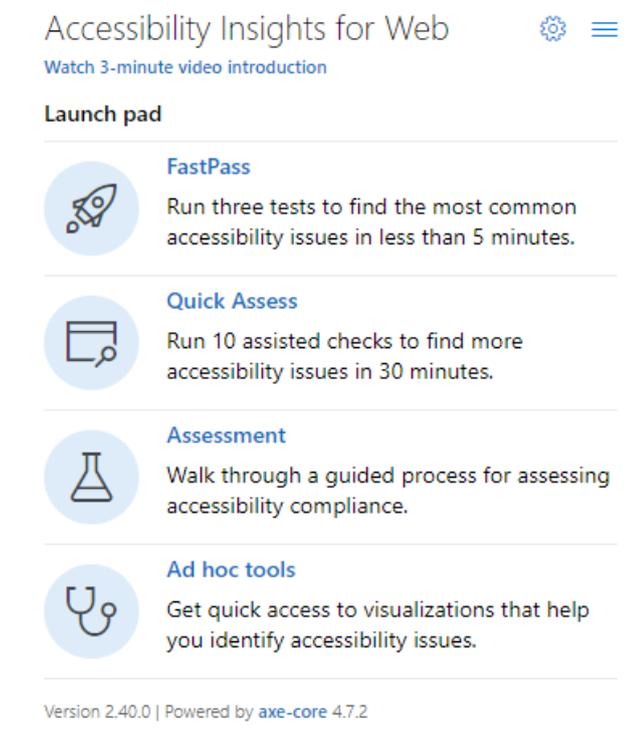
Figura 9 – Ferramenta Automatizada AChecker

The screenshot shows the AChecker web interface. At the top, there is a header 'Check Accessibility By:' with three tabs: 'URL' (selected), 'Upload', and 'Markup'. Below the tabs is a form with an 'Address:' label and an empty text input field. A 'Check It' button is positioned below the input field. Underneath the form is an 'Options' section with a dropdown arrow. It contains three checkboxes: 'Enable HTML Validator', 'Enable CSS Validator', and 'Show Source'. Below these is a section titled 'Guidelines to Check Against' with nine radio button options: 'BITV 1.0 (Level 2)', 'WCAG 1.0 (Level A)', 'WCAG 2.0 (Level A)', 'Section 508', 'WCAG 1.0 (Level AA)', 'WCAG 2.0 (Level AA)' (which is selected), 'Stanca Act', 'WCAG 1.0 (Level AAA)', and 'WCAG 2.0 (Level AAA)'. At the bottom is a 'Report Format' section with two radio button options: 'View by Guideline' (selected) and 'View by Line Number'.

Fonte: AChecker, 2023

Para utilizar o AChecker, acesse o site e escolha entre inserir a URL da página desejada, colar o código HTML diretamente ou fazer upload de um arquivo HTML. Depois, selecione as diretrizes de acessibilidade que deseja aplicar, como WCAG ou Section 508, e clique para iniciar a análise. O AChecker irá fornecer um relatório detalhado, destacando erros e avisos, juntamente com recomendações para correção.

- **Accessibility Inside for Web**

Figura 10 – Ferramenta Automatizada *Accessibility Inside for Web*

Fonte: *Accessibility Inside for Web*, 2023

Para utilizar o *Accessibility Inside for Web*, é necessário instalar sua extensão no navegador Google Chrome. A aplicação dispõe de várias opções: o *FastPass*, que em menos de cinco minutos executa três testes para identificar os problemas de acessibilidade mais comuns; o *Quick Assess*, que em cerca de 30 minutos realiza 10 verificações assistidas para um diagnóstico mais abrangente; a *Avaliação Completa*, um processo guiado para uma verificação detalhada da conformidade com os padrões de acessibilidade; e as *Ferramentas Ad hoc*, que proporcionam visualizações imediatas para detectar problemas. Todos os resultados podem ser exportados para uma análise mais refinada e para facilitar o processo de documentação e correção dos problemas encontrados.

4.2.1.3 Testes com usuários deficientes visuais

Testes com usuários deficientes visuais são fundamentais para garantir a acessibilidade web, assegurando que pessoas com diversas formas de deficiência visual possam navegar, compreender e interagir com conteúdos online de forma autônoma e eficaz.

Para garantir a eficácia do teste com usuários e a conformidade com as normas éticas, é essencial iniciar a sessão com a leitura clara e audível do Termo de Consenti-

mento Livre e Esclarecido disponível no Apêndice B. Este procedimento assegura que os participantes estejam plenamente informados sobre os objetivos da pesquisa, os métodos envolvidos, bem como quaisquer potenciais riscos e benefícios associados à sua participação.

No roteiro preparado para a condução dos testes, a primeira etapa consiste em esclarecer aos participantes que o foco da avaliação não é medir suas habilidades individuais na navegação web, mas sim determinar o nível de acessibilidade do website em questão. Esta abordagem visa evitar qualquer mal-entendido que possa comprometer a autoestima ou a performance do usuário durante o teste.

Os usuários serão instruídos a realizar tarefas específicas, descrita na seção 4.1.4. A execução destas tarefas será documentada por meio de gravações, as quais podem ser efetuadas utilizando dispositivos móveis em um contexto presencial ou através de ferramentas de gravação de reuniões em sessões realizadas à distância. Este registro é vital para assegurar uma análise detalhada e fidedigna do processo de interação do usuário com a página web.

Após a conclusão do teste, as gravações serão analisadas para avaliar se os usuários foram capazes ou não de realizar as tarefas propostas. Este resultado é fundamental para identificar barreiras de acessibilidade no site e propor recomendações pertinentes para a sua melhoria, contribuindo assim para uma web mais inclusiva.

4.2.2 Registro dos dados

Tabela 8 – Resultado das métricas

Métrica	Consultar CPF	Consultar valores a receber
M1	56,25%	
M2	0%	
M3	Atende parcialmente	
M4	Atende parcialmente	
M5	98%	
M6	97,7%	
M7	100%	
M8	Atende perfeitamente	Atende parcialmente
M9	0%	

Fonte: Autor

- **1ª Métrica: Percentual de conteúdos não textuais que possuem alternativas textuais adequadas**

A primeira métrica avaliada refere-se ao percentual de elementos não textuais, como imagens, que apresentam alternativas textuais apropriadas. Baseada na diretriz 1.1

do WCAG. A coleta de dados foi realizada utilizando o software WAVE, complementada por uma análise manual detalhada para assegurar que os textos alternativos correspondem e são contextualmente relevantes às imagens associadas. Dentro do escopo da tarefa específica analisada, identificou-se um total de 16 elementos visuais. Verificou-se que 7 desses elementos não dispõem de alternativas textuais, indicando que as 9 imagens restantes estão acompanhadas de textos alternativos adequados. Todos os conteúdos não textuais estão no portal Gov.br, tanto o site da Receita Federal para a tarefa de consultar CPF e o site do Banco Central para a tarefa de consultar valores a receber, não possuem conteúdos não textuais.

De acordo com a fórmula apresentada Apêndice A para a Métrica 1, constatou-se que 56,25% das imagens examinadas possuem alternativas textuais apropriadas. Além disso, os textos alternativos das 9 imagens mencionadas estão em acordo com o conteúdo visual e estão corretas contextualmente.

- **2ª Métrica: Percentual de mídias baseadas em tempo que possuem transcrições e descrições em áudio**

A segunda métrica avalia as mídias baseadas em tempo, e a análise foi realizada de forma manual. Foi constatado que os dois vídeos incorporados no portal Gov.br não atendem aos requisitos de acessibilidade para pessoas com deficiência visual, apesar de possuírem áudio, o que poderia auxiliar na compreensão desses usuários.

Especificamente, as diretrizes 1.2.1 e 1.2.3 do WCAG não foram adequadamente atendidas, uma vez que os vídeos em questão não incluem transcrições textuais, como requerido pela diretriz 1.2.1. Essa falha limita a eficácia das tecnologias assistivas utilizadas por pessoas com deficiência visual. Além disso, a ausência de descrições de áudio nos vídeos significa que informações visuais essenciais podem não estar acessíveis para esses usuários, como solicitado pela diretriz 1.2.3.

- **3ª Métrica: Elementos da página que mantêm sua estrutura e informação quando apresentados de maneiras diferentes**

A avaliação da terceira métrica baseia-se na diretriz 1.3 do WCAG e envolveu uma análise realizada tanto com a ferramenta Achecker quanto manualmente.

Na primeira tela designado para as tarefas do portal Gov.br, foi observado que a transmissão de informações e relações estava correta e concisa e que o código HTML estava bem estruturado, atendendo à diretriz do WCAG 1.3.1. No entanto, ao analisar a segunda tela da tarefa de consultar o CPF, identificou-se problemas na adaptação para diferentes layouts, onde a ferramenta Achecker apontou problemas. Assim, a conformidade com as diretrizes foi parcialmente atendida.

Além disso, no que diz respeito à sequência e significado, diretriz 1.3.2, na primeira tela no portal Gov.br que faz parte de ambas as tarefas, foi identificada uma seção

que não estava completamente acessível por meio da navegação por teclado, o que também foi classificado como atendendo parcialmente aos critérios de acessibilidade. Quanto às características sensoriais, diretriz 1.3.3, na segunda tela de ambas as tarefas, foi observado que o botão com fundo verde era intuitivo para usuários sem deficiência visual, indicando claramente sua função de prosseguir ou aprovar. No entanto, para usuários com deficiência visual, o nome “Iniciar” não era descritivo o suficiente para compreender qual tarefa estava sendo iniciada. Seguindo a análise da métrica ela atende parcialmente.

- **4ª Métrica: Elementos da página que cumprem critérios de contraste e tamanho de texto sem perda de conteúdo ou funcionalidade**

A quarta métrica envolveu a análise do nível de contraste das telas e o tamanho do texto, sem comprometer o conteúdo ou a funcionalidade, baseada na diretriz 1.4 do WCAG ainda na seção de percepção da página web. Essa análise foi realizada tanto por ferramentas automatizadas quanto manualmente, abrangendo todas as telas relacionadas às tarefas designadas.

Durante a avaliação, foi verificado as principais cores em contraste com seus respectivos fundos. De acordo com as diretrizes do WCAG, o contraste mínimo para atender ao nível AA de acessibilidade é de 4,5:1. Constatou-se que todas as telas atenderam a esse requisito, e alguns botões até alcançaram o nível AAA de contraste.

Além disso, foi observado que, embora os sites do gov.br, da Receita Federal e do Banco Central não ofereçam uma função dedicada para aumentar o tamanho do texto, o texto pode ser redimensionado manualmente em até 200% sem que isso afete negativamente o conteúdo ou a funcionalidade, em conformidade com as diretrizes do WCAG. Isso significa que o nível AA de acessibilidade foi alcançado em todas as tarefas designadas. Conforme a descrição da métrica no Apêndice A, o resultado é atende perfeitamente.

- **5ª Métrica: Percentual de funcionalidades da página que podem ser acessadas e operadas apenas por teclado**

A quinta métrica, que avalia a acessibilidade das funcionalidades da página por meio do teclado, foi avaliada utilizando a ferramenta *Accessibility Insights for Web* e também através da análise manual, essa métrica foi baseada na diretriz 2.2.1 do WCAG. Esta métrica tem como principal objetivo identificar elementos interativos e de navegação cruciais para a usabilidade da página por pessoas que utilizam apenas o teclado como dispositivo de entrada. Isso inclui elementos como botões, âncoras, links, elementos de menus e campos de entrada de dados.

Na análise realizada, todas as páginas foram examinadas em relação a esses critérios. No total, foram identificados 544 elementos acessíveis ao teclado de um total de

555 elementos presentes nas páginas analisadas. Para calcular a pontuação final de acessibilidade, foi aplicada a fórmula especificada no Apêndice A, resultando em uma taxa de acessibilidade de 98%.

- **6ª Métrica: Percentual de links, botões e outros elementos de navegação que são claramente identificáveis e possuem descrições significativas**

A sexta métrica, analisa os elementos de navegação, como links, botões e outros elementos interativos em uma interface web, que são claramente identificáveis e possuem descrições significativas. A métrica foi baseada na diretriz 2.4.6 do WCAG. Isso é fundamental para facilitar a navegação e a compreensão do conteúdo. Durante a análise manual, foram examinados todos esses elementos em uma interface web.

Na primeira tela do site gov.br, comum às duas tarefas, foram identificados alguns problemas. Na barra de pesquisa, foi notado que o ícone de lupa não possuía uma descrição adequada. Na seção de “Serviços Digitais por Perfil”, as setas usadas para navegar entre os perfis estavam com descrições em inglês (*next* e *previous*). Além disso, as bolinhas que indicam as páginas também possuíam descrições em inglês, como *go to slide 1* e *go to slide 2*. Outro problema encontrado foi uma imagem na mesma página que não tinha descrição.

Na página de consulta do CPF, foi identificado um botão que representava a *home* da página, mas não possuía uma descrição apropriada. Além disso, foram encontrados botões para *like* e *deslike* para avaliar a utilidade da página, mas ambos também estavam sem descrição.

Na seção de consulta de valores a receber, foram encontrados duas *labels*, “insira o CPF” e “data de nascimento”. No entanto, ambos tinham descrições alternativas que diziam “campo obrigatório”, o que causava confusão, já que essas *labels* são somente textos informativos, e não campos de entrada de dados em um formulário.

Conforme observado na métrica cinco, existem 555 elementos acessíveis por teclado em todas as páginas ao longo das tarefas. No total, foi identificado 13 problemas relacionados à descrição significativa de elementos de navegação. De acordo com a descrição da métrica no Apêndice A, a taxa de elementos de navegação que apresentam descrição adequada é de 97,6%.

- **7ª Métrica: Percentual de tarefas específicas de navegação completadas com sucesso por usuários deficientes visuais**

A sétima métrica avalia a porcentagem de tarefas de navegação bem-sucedidas realizadas por usuários com deficiência visual. A coleta de dados foi feita por meio de entrevistas com esses usuários e pela execução das tarefas selecionadas.

A pesquisa contou com a participação de um usuário voluntário, que possui cegueira e mais de 20 anos de experiência no uso de páginas web. Utiliza o software NVDA

como tecnologia assistiva. Ele autorizou o uso de sua imagem e a gravação da entrevista, concordando com o termo de consentimento livre e esclarecido. A gravação está disponível no Apêndice C.

Na primeira tarefa, que consistia em consultar o CPF, o usuário navegou até o botão “Consultar CPF” sem dificuldades. No entanto, ao chegar na página do gov.br para consultar o CPF, ele teve dificuldades em entender que precisava clicar no botão “Iniciar” para acessar o site da Receita Federal. Isso o deixou um pouco confuso, e ele teve que explorar toda a tela antes de encontrar o caminho correto. Após entrar no site da Receita Federal, ele conseguiu inserir os dados do CPF e data de nascimento sem problemas. No entanto, ele teve dificuldades com o captcha, pois a forma como estava programado para a tecnologia assistiva não facilitou a marcação do captcha. Mesmo assim, ele conseguiu consultar seu CPF e completar a tarefa.

Na segunda tarefa, que envolvia consultar valores a receber do Banco Central, o usuário encontrou a seção no site gov.br sem dificuldades. Após o problema com o botão “Iniciar” na tarefa anterior, ele já sabia onde clicar para navegar até o site do Banco Central. Ele conseguiu entrar na seção de consulta de valores a receber sem problemas. No entanto, ao chegar à tela de valores a receber, ele enfrentou um problema com o rótulo de CPF e data de nascimento, pois a navegação por teclado passava pelos rótulos antes de chegar ao campo de entrada do formulário. Isso causou confusão, mas o captcha dessa tarefa era acessível, pois oferecia a opção de narrar as letras do captcha, e o usuário conseguiu preenchê-lo. Após superar esses obstáculos, ele conseguiu consultar os valores a receber.

Ao final da sessão de avaliação, foi perguntado ao usuário como ele classificaria a acessibilidade da página web ao longo das tarefas propostas. Ele considerou a acessibilidade como satisfatória.

Seguindo a fórmula da métrica 7 no Apêndice A, o usuário conseguiu realizar as tarefas designadas com sucesso, resultando em uma pontuação de 100% para a métrica.

- **8ª Métrica: Incidentes em que o foco em um componente resulta em uma mudança de contexto inesperada**

A oitava métrica, baseada na diretriz 3.2.1 analisa o percentual de incidentes em que o foco em um elemento específico pode ocasionar uma mudança de contexto ou alterar o foco na página web. Essa avaliação foi realizada manualmente, examinando todas as páginas das tarefas propostas. Foi observado que não existem elementos que, ao serem navegados pelo usuário, provoquem mudanças de foco involuntárias. Contudo, uma exceção ocorre na página do Banco Central para a tarefa de “valores a receber”, onde a abertura de uma janela modal informando sobre cuidados contra golpes é considerada uma mudança de foco. Pois o usuário não iniciou esta ação,

foi iniciado ao carregamento da página automaticamente. Seguindo a avaliação da métrica 8 detalhado no Apêndice A, a métrica atende parcialmente as diretrizes do WCAG.

- **9ª Métrica: Percentual de mensagens resultantes de uma ação sem provocar uma mudança no fluxo e contexto da tela**

A nona métrica, baseada na diretriz 4.1.3 do WCAG 2.2, avalia o percentual de mensagens que são transmitidas sem provocar uma mudança no foco da tela. Para avaliar as métricas serão forçadas situações na página a fim de avaliar há mudança no foco da tela. A coleta foi feita manualmente utilizando o leitor de tela do Microsoft Windows.

- **1ª Situação: Realizar uma busca por tarefas na barra de pesquisa do site GOV.br**

Na primeira situação, após realizar uma busca pelos termos “consultar CPF” e “consultar valores a receber”, observou-se que o site não inclui uma mensagem de status para informar quantos resultados foram encontrados. Essa mensagem de status é essencial para que tecnologias assistivas possam lê-la e comunicá-la aos usuários com deficiência visual. Além disso, a falta de programação ARIA impede que essa mensagem de status seja fornecida adequadamente.

- **2ª Situação: Inserir CPF e Data de Nascimento incorretos e campos vazios ao consultar CPF e valores a receber**

Na segunda situação, ao deixar campos vazios ao consultar CPF e valores a receber, um pop-up é exibido com o texto “Por favor, preencha o CPF com os 11 números” na primeira tarefa. No entanto, a tecnologia assistiva consegue detectar esse pop-up, para informar ao usuário, porém resultando à uma quebra no fluxo de trabalho do usuário alterando seu foco. Quando um CPF incorreto ou com mais de 11 dígitos é inserido, um pop-up de erro é gerado, mas a sua confirmação também causa uma interrupção no fluxo da tela, já que é necessário lidar com o pop-up. Na tarefa de consulta de valores a receber, quando campos obrigatórios são deixados em branco, ocorre um erro textual informando a obrigatoriedade desses campos, esses erros não são identificados por tecnologia assistiva, não sendo possível anunciar os erros aos usuários com deficiência visual.

- **3ª Situação: Inserir CPF e Data de Nascimento incorretamente e falhar na validação do captcha**

Na tarefa de consulta de CPF, se o usuário não marcar o captcha corretamente, ocorre um erro com a mensagem “O Anti-Robô não foi preenchido corretamente. Por favor, envie novamente.” No entanto, esse erro não é detec-

tado pela tecnologia assistiva, resultando em uma recarga da página e uma notificação de “texto vazio” pelo leitor de tela. Na tarefa de consulta de valores a receber, ao não preencher o captcha corretamente, ocorre uma mensagem de erro indicando “campo obrigatório”. Mais uma vez, a tecnologia assistiva não consegue detectar essa mensagem de erro. Da mesma forma, se forem inseridos caracteres inválidos no captcha, a mensagem de erro correspondente não é reconhecida pela tecnologia assistiva.

– **4ª Situação: Exibir mensagem de sucesso ao concluir a tarefa**

Ao inserir corretamente os dados na tarefa de consulta de CPF e na consulta de valores a receber, as páginas são carregadas com informações de situação cadastral ou valores a receber. No entanto, não há uma confirmação de sucesso pela tecnologia assistiva. A confirmação só é percebida quando a tecnologia assistiva lê toda a tela e informa o resultado da situação cadastral ou se possui valores a receber.

Após analisar todas as situações possíveis nas tarefas destinadas a usuários com deficiência visual, conclui-se que nenhuma delas atende satisfatoriamente à métrica. De acordo com a fórmula estabelecida para a métrica, o resultado obtido é de 0%.

5 Análise dos Dados e Resultados

Após a coleta de dados é possível analisar os dados utilizando o método GQM que auxilia a medição de uma análise de software, através de métricas que foram coletadas usando testes manuais, ferramentas automatizadas e testes com usuarios deficientes visuais.

5.1 Respondendo as questões do GQM

Nesta seção são retomadas as questões postuladas anteriormente para a avaliação de acessibilidade da página Web através da abordagem do GQM. Essas questões vão ser respondidas baseadas no resultado das métricas apresentado anteriormente na coleta de dados. As questões e respostas das mesmas são apresentadas a seguir:

- **Questão 1: Qual o grau de percepção da página web avaliada?**

No contexto geral, a avaliação para a percepção da página web mostrou resultados satisfatórios, com espaço para algumas melhorias em ambas as tarefas analisadas. A primeira métrica avaliou a presença de imagens sem descrição alternativa. Embora o resultado da métrica tenha sido baixo, isso não impactou significativamente a usabilidade para a realização das tarefas, além de que essas imagens estão presentes somente na primeira tela das tarefas no portal Gov.br. A segunda métrica focou em mídias não textuais, que não possuíam transcrições ou descrições em áudio. Estas eram majoritariamente conteúdos adicionais, não essenciais para o entendimento geral do portal Gov.br, portanto, sua ausência não foi considerada um problema grave.

Por outro lado, a terceira métrica, relacionada à estrutura HTML do site, mostrou que a página possui uma ordem semântica clara e significativa, facilitando a navegação por usuários com deficiência visual. Contudo, foi observado que o botão “iniciar” depende de uma característica sensorial (cor) para ser identificado, o que pode ser um ponto de atenção, problema esse presente em ambas as tarefas.

Finalmente, a quarta métrica, que avalia o contraste dos elementos e o tamanho do texto, foi plenamente atendida. O contraste cumpre as diretrizes estabelecidas, e os sites mantêm sua funcionalidade e conteúdo mesmo com um zoom de 200% garantindo uma boa legibilidade e acessibilidade.

- **Questão 2: Qual o grau de operação da página web avaliada?**

Os resultados das métricas para a avaliação da operação da página web demonstraram um desempenho excelente. A métrica 5, que avalia a porcentagem de funcionalidades operáveis por teclado, obteve um resultado de 98% das páginas avaliadas podem ser acessadas e utilizadas por meio do teclado.

A métrica 6 focou na qualidade das descrições alternativas para garantir uma experiência adequada para usuários de tecnologias assistivas, como leitores de tela. Embora tenham sido identificadas algumas descrições em inglês na primeira tela das tarefas, a métrica alcançou um resultado de 97,6% de descrições alternativas corretas.

A métrica 7 abordou a interação de usuários com deficiência visual na página web, fornecendo atividades para medir a acessibilidade em situações reais. O usuário conseguiu realizar com sucesso as duas tarefas propostas, atingindo assim uma taxa de sucesso de 100% para esta métrica.

Esses resultados destacam a boa operação da página web avaliada, garantindo que os usuários com deficiência visual consegue interagir e utilizar o conteúdo de forma eficaz

- **Questão 3: A página é fácil de compreender?**

Na questão 3, é avaliada a compreensão da página web com base na métrica 8, que se concentra no foco das páginas. Foi observado que a tarefa de consultar cpf não apresenta elementos que desviem o foco do usuário, o que é positivo para a acessibilidade. No entanto, durante a tarefa de consultar valores a receber, ao carregar uma página específica, surge uma janela modal que pode interferir no fluxo e no contexto do usuário com deficiência visual. Isso sugere que, embora a compreensão geral da página seja boa, ainda há espaço para melhorias a fim de evitar problemas com o foco do usuário durante a navegação na página web.

- **Questão 4: A página pode interpretar os erros para se tornar mais robusta?**

A questão em análise relaciona-se à robustez das páginas web em avaliação. Nesse contexto, a métrica 9 se concentra na avaliação das mensagens geradas como resultado de ações que não afetam a mudança de fluxo e contexto da tela. Para avaliar essa métrica, foram criadas situações que simulam desafios que um usuário com deficiência visual pode enfrentar ao navegar na página.

É importante destacar que, em todas as situações avaliadas, a métrica apresentou falha, com um resultado de 0%. Isso indica que as páginas web carece de melhorias significativas, especialmente no que diz respeito ao tratamento de erros, com o objetivo de torná-la mais robusta e acessível para usuários com deficiência visual.

Com base nos resultados apresentados, fica evidente que o objetivo principal da avaliação foi identificar os aspectos de acessibilidade das tarefas e conseqüentemente das páginas web para usuários com deficiência visual. As quatro questões abordadas forneceram uma avaliação abrangente, cobrindo percepção, operação, compreensão e robustez da página web. Os resultados obtidos indicam que, embora existam áreas que demandam melhorias significativas, especialmente na questão da robustez e no tratamento de erros, as páginas web já apresentam um bom nível de acessibilidade em muitos aspectos. Isso se reflete especialmente nas questões de operação e compreensão, onde a maioria dos critérios foi satisfatoriamente atendida. O objetivo da avaliação, portanto, foi alcançado ao proporcionar um entendimento claro dos pontos fortes e fracos das páginas web em termos de acessibilidade para deficientes visuais.

5.2 Proposta de Melhoria

Com a elaboração e análise do GQM feita na seção 5.1, foi obtido respostas relevantes para entender os pontos de problema nas páginas web analisada para usuário com deficiência visual. As recomendações e sugestão de melhorias baseado nos resultados, serão descritas abaixo:

1. Percepção: Algumas melhorias sugeridas para a seção de percepção das páginas web avaliada é melhorar a cobertura da descrição das imagens. Em relação à mídias baseadas em tempo é necessário fornecer transcrição textual e descrição de áudio para uma compreensão melhor. Evitar uso de elementos que usem características sensoriais.
2. Operação: Não há sugestões de melhorias para o princípio operacional, já que as páginas da web oferecem uma cobertura abrangente com a navegação por teclado.
3. Compreensão: Evitar o uso de janelas modais, pois elas podem prejudicar a experiência de usuários com deficiência visual, interrompendo o fluxo e o contexto da página web.
4. Robusto: A página web deve ser projetada para ser acessível por aqueles usuários que utilizam tecnologias assistivas, como leitores de tela. É crucial que a página forneça informações claras e detalhadas sobre quaisquer erros que possam ocorrer durante a navegação, garantindo que essas mensagens de erro sejam apresentadas de forma a não interromper ou alterar abruptamente o fluxo e o contexto da tela.

6 Conclusão

Este trabalho propôs um estudo de caso com o objetivo de avaliar a acessibilidade de páginas web por meio de métricas de software. O método GQM foi utilizado para auxiliar nesse processo de análise, com o uso de ferramentas automatizadas homologadas pelo consórcio W3C, testes manuais para uma compreensão mais aprofundada e testes com usuários reais para sintetizar a teoria com a aplicação prática. A página web foi avaliada com base nos quatro princípios do WCAG: perceptível, operável, compreensível e robusto.

Para realizar a análise de uma página web com foco na acessibilidade para usuários com deficiência visual, foi estabelecido três objetivos específicos. O primeiro deles consiste em conduzir uma revisão bibliográfica sobre as principais normas e diretrizes relacionadas à acessibilidade na web para pessoas com deficiência visual.

A norma que orienta a acessibilidade na web é o WCAG, desenvolvido pelo consórcio W3C. O WCAG é composto por quatro princípios fundamentais, cada um deles associado a suas respectivas diretrizes, que servem como um conjunto de padrões essenciais para garantir que as páginas da web sejam acessíveis a todos os usuários, incluindo aqueles com deficiência visual, contemplando o objetivo específico 1.

O segundo objetivo específico do projeto consistiu em selecionar e aplicar métricas para a análise de páginas web. Esse processo começou com a escolha de um site relevante para o público-alvo definido, priorizando a utilidade para este grupo. Diante disso foi definido os tipos de deficiências visuais de usuários que poderiam auxiliar na coleta de dados para o site escolhido. Uma vez escolhido o site, tarefas específicas foram designadas aos usuários. Isso levou à definição de diretrizes específicas que atendessem às necessidades dos usuários com deficiência visual, bem como à seleção de ferramentas automatizadas para analisar essas diretrizes. Finalmente, foram elaboradas questões e métricas para a formulação do GQM.

O modelo GQM oferece suporte na análise dos resultados das métricas em relação às metas e objetivos previamente estabelecidos. Após a análise dos resultados, foram recomendadas melhorias para as páginas da web avaliadas, seguindo as diretrizes e princípios estabelecidos pelo WCAG, cumprimento o objetivo específico 3.

O acesso à informação disponível nas páginas da web é um direito universal. A Internet, ao longo do tempo, tem demonstrado ser uma fonte de informações não apenas para entretenimento ou atividades do dia a dia, mas também para a resolução de questões pessoais. Embora tenham ocorrido avanços significativos nos estudos sobre acessibilidade, é evidente, com base neste trabalho, que ainda existem sites com problemas de

acessibilidade, especialmente para usuários com deficiência visual.

Diante desta problemática, respondendo a questão de pesquisa, para utilizar métricas de acessibilidade para avaliar e melhorar a experiência de usuários com deficiência visual em páginas web usando métricas de acessibilidade, é essencial seguir algumas etapas específicas.

Inicialmente, é fundamental ter um entendimento profundo das diretrizes que regem a acessibilidade na web. Estas diretrizes, como as fornecidas pelo W3C através do WCAG, estabelecem padrões que devem ser cumpridos para garantir que o conteúdo da web seja acessível a todos, incluindo pessoas com deficiência visual. Este conhecimento é a base para qualquer avaliação de acessibilidade.

Considerando a complexidade e o volume de métricas a serem analisadas, o uso de ferramentas automatizadas homologadas se faz necessário. Essas ferramentas podem avaliar rapidamente as páginas da web contra as diretrizes de acessibilidade, identificando problemas comuns, como falta de texto alternativo em imagens, problemas de contraste de cores, entre outros. Isso economiza tempo e recursos, oferecendo uma visão macro da acessibilidade do site.

No entanto, apesar das ferramentas automatizadas serem úteis, elas podem não capturar todos os aspectos da experiência do usuário. Por isso, uma análise manual é igualmente importante. Esta etapa envolve a verificação manual do site para garantir que ele faça sentido e seja navegável de forma intuitiva. Isso pode incluir a verificação da ordem de leitura, a facilidade de navegação usando apenas um teclado ou leitor de tela, e a verificação da consistência e clareza do conteúdo.

Por fim, uma das métricas mais valiosas é o *feedback* direto dos próprios usuários com deficiência visual. Eles podem fornecer dicas únicas sobre como melhorar a experiência do usuário em um site. Esses *feedbacks* podem revelar problemas que não foram identificados nas análises automáticas ou manuais e podem oferecer sugestões práticas para melhorias. Ao combinar essas abordagens, é possível criar uma avaliação abrangente da acessibilidade de um site para usuários com deficiência visual e implementar melhorias significativas que tornarão a web mais inclusiva e acessível.

A pesquisa realizada permitiu identificar diversas oportunidades de melhoria que poderiam aumentar a robustez do trabalho. Uma dessas melhorias envolve a aplicação de um conjunto mais amplo de métricas para avaliar a compreensão e a robustez das páginas web.

Além disso, sugere-se expandir a amostra de teste incluindo mais usuários, bem como usuários com diferentes tipos de deficiência visual, para abranger um espectro mais amplo no campo de estudo. Considerando que a pesquisa foca em sites do governo federal, uma recomendação para trabalhos futuros seria propor as melhorias identificadas aos

desenvolvedores destes sites, visando aprimorar sua acessibilidade e funcionalidade.

Referências

- ALIAGA, M.; GUNDERSON, B. Interactive statistics. Thousand Oaks, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 43 e 44.
- AQLE, A.; KHOWAJA, K.; AL-THANI, D. Preliminary evaluation of interactive search engine interface for visually impaired users. Doha, Qatar, 2020. Citado na página 21.
- BASIL, V. R.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. D. The goal question metric paradigm. In: *Encyclopedia of Software Engineering*. [S.l.: s.n.], 1994. v. 1, p. 528–532. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 39.
- BRAJNIK, G. Web accessibility testing: When the method is the culprit. in: Computers helping people with special needs. p. 156–169, 2006. Citado na página 37.
- BRANDAO, Z. A dialética macromicro na sociologia da educação. n. 113, p. 153–165, 2001. Citado na página 44.
- BRASIL. Artigo 63 da lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015: Lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência). 2015. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/49549565/artigo-63-da-lei-n-13146-de-06-de-julho-de-2015>>. Citado na página 22.
- BRASIL. **LEI Nº 13.146, 6 DE JULHO DE 2015**. 2015. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm>. Citado na página 22.
- BRASIL. **DECRETO Nº 9.508, 24 DE SETEMBRO DE 2018**. 2018. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9508.htm>. Citado na página 27.
- CASARIN, F. C. F. O daltonismo: Um exemplo de herança ligada ao cromossomo x. Cruzeiro do Oeste, 2015. Citado na página 29.
- CAT, C. de A. T. Ata da reunião vii, de dezembro de 2007 do comitê de ajudas técnicas. secretaria especial dos direitos humanos da presidência da república. 2007. Disponível em: <<http://http://www.mj.gov.br/corde/comite.asp>>. Citado na página 30.
- CESARIO, J. M. dos S.; FLAUZINO, V. H. de P.; MEJIA, J. V. C. Metodologia científica: Principais tipos de pesquisas e suas características. 2020. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/tipos-de-pesquisas>>. Citado na página 43.
- CLARKSON, P. J. Inclusive design: Design for the whole population. London, 2003. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.
- COIMBRA, A. L. Lessons of continuum mechanics. In: BLÜCHER, E. (Ed.). São Paulo, Brazil: [s.n.], 1978. p. 428. Citado na página 50.
- DEFENSE, D. of. Practical software and systems measurement. US Army, 2003. Citado na página 37.

- DESIGN, T. C. for U. The principles of universal design. North Carolina University State, 1997. Disponível em: <http://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/pubs_p/docs/poster.pdf>. Citado na página 35.
- DIAS, C. Usabilidade na web: criando portais mais acessíveis. Rio de Janeiro, 2003. Citado 3 vezes nas páginas 27, 28 e 29.
- DORNELES, V. G.; AFONSO, S.; ELY, V. H. M. B. O desenho universal em espaços abertos: uma reflexão sobre o processo de projeto. In: *Gestão e Tecnologia de Projetos*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 08, n. 01, p. 55–67. Citado na página 26.
- FEITOSA, L. de S. R.; RIGHI, R. Acessibilidade arquitetônica e desenho universal no mundo e brasil. In: *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*. [S.l.: s.n.], 2021. v. 04, n. 28, p. 15–31. Citado na página 25.
- FLEURY, M. T. L.; WERLANG, S. Pesquisa aplicada – reflexões sobre conceitos e abordagens metodológicas. Fundação Getulio Vargas, 2017. Citado na página 44.
- GODINHO, F. Antecedentes históricos - acessibilidade online. Rio de Janeiro, 2011. Citado na página 26.
- GODOY, F. L.; G., M. G.; CINELLI, M. J. Usabilidade e acessibilidade: heurísticas de usabilidade em projetos destinados a pessoas com deficiência. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5433/2236-2207.2019v10n1p9>> Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.
- GONCALVES, R. Acessweb—uma perspectiva sobre a acessibilidade web em portugal. *Revista de Ciências da Computação*, 2015. Citado na página 27.
- GOODE, W. J.; HATT, P. K. Métodos em pesquisa social. In: *Cia Editora Nacional*. São Paulo: [s.n.], 1969. Citado na página 50.
- IBGE. Conheça o brasil - população. 2010. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html#:~:text=Considerando%20somente%20os%20que%20possuem,corresponde%20a%206%2C7%25%20da>>. Citado na página 21.
- ISO15939, I. O. F. S. Software engineering – software measurement process. ISO/IEC, 2002. Citado na página 37.
- LIU, B. M. et al. The blv app arcade: a new curated repository and evaluation rubric for mobile applications supporting blindness and low vision. United States, 2022. Citado na página 21.
- MANZINI, E. J. Tipo de conhecimento sobre inclusão produzido pelas pesquisas. In: *Rev. bras. educ. espec.* Marília: [s.n.], 2011. v. 17, n. 1. Citado na página 43.
- MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo, 1996. Citado na página 44.
- MATTOS, S. F. C.; SATURNINO, A. S. G.; AMANCIO, N. de F. G. Relação entre o excesso de exposição às telas e o aumento no número de casos de miopia. 2022. Citado na página 21.

- MONTENEGRO, N. G. S. D.; SANTIAGO, Z. M. P.; SOUZA, V. C. de. Guia de acessibilidade: Espaço público e edificações. 2009. Disponível em: <https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2010/02/0120-20GUIA_DE_ACESSIBILIDADE_CEARA.pdf>. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- NBR9241-11. Associação brasileira de normas técnicas. Brasil, 2002. Citado na página 28.
- NETO, L. B. et al. A kinect-based wearable face recognition system to aid visually impaired users. University of Piauí, 2017. Citado na página 21.
- OLIVEIRA, L. L. da S. a um framework para instanciação de blogs acessíveis visando os usuários que necessitam usar leitores de tela. Universidade de Pernambuco - UPE, 2011. Citado na página 25.
- PAIVA, A. D. Os elementos sensoriais nos sonhos de pessoas com cegueira congênita. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2005. Citado na página 29.
- PARMANTO, B.; ZENG, X. Metric for web accessibility evaluation. In: *Journal for The American Society for Information Science and Technology*. [S.l.: s.n.], 2005. v. 56, n. 13, p. 1394–1404. Citado na página 33.
- RADABAUGH, M. P. Nidrr’s long range plan - technology for access and function research section two: Nidrr research agenda. 2005. Citado na página 30.
- RAU, P.-L. P. et al. Evaluation of web accessibility in china: changes from 2009 to 2013. 2014. Citado na página 37.
- ROCHA, J. A. P.; DUARTE, A. B. S. Diretrizes de acessibilidade web: um estudo comparativo entre as wcag 2.0 e o e-mag 3.0. Universidade Federal de Minas Gerais, 2012. Citado na página 22.
- SANTAROSA, L. M. C.; CONFORTO, D. Acessibilidade à web: Internet para todos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. Citado na página 23.
- SILVA, D. F. da. Acessibilidade web:avaliando os portais dos institutos federais da região nordeste. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, 2021. Citado na página 27.
- SOLIGEN, R.; BERGHOUT, E. The goal question metric method - a practical guide for quality improvement of software development. 2009. Citado na página 53.
- SONG, S. et al. : Reliability aware web accessibility experience metric. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3192714.3192836>>. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 36.
- SOUZA, A. S. de; OLIVEIRA, G. S. de; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. Unicamp, 2021. Citado na página 44.
- TANGARIFE, T. M. A acessibilidade nos websites governamentais: um estudo de caso no site da eletrobrás. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brazil, p. 394, 2007. Citado na página 22.
- VANDERDONCKT, J.; BEIREKDAR, A.; NOIRHOMME-FRAITURE, M. Automated evaluation of web usability and accessibility by guideline review: Web engineering. springer. In: . [S.l.: s.n.], 2004. p. 17–30. Citado na página 37.

VIGO, M.; BRAJNIK, G.; CONNOR, J. O. Research report on web accessibility metrics. 2012. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/accessibility-metrics-report>>. Citado na página 33.

W3C. *Cartilha de Acessibilidade na Web*. 2013. Disponível em: <<https://www.w3c.br/>>. Citado 8 vezes nas páginas 22, 31, 32, 37, 39, 46, 54 e 59.

WCAG. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. 2018. Disponível em: <<https://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-br/>>. Citado 3 vezes nas páginas 22, 32 e 61.

WEBDEV. Teste manual de acessibilidade. 2023. Disponível em: <https://web.dev/learn/accessibility/test-manual?hl=pt-br#content_checks>. Citado na página 66.

WPT. Número de sites brasileiros aprovados em todos os testes de acessibilidade mantém crescimento, mas ainda é menos de 1% do total. 2021. Disponível em: <<https://mwpt.com.br/numero-de-sites-brasileiros-aprovados-em-todosos-testes-deacessibilidade-mantem-crescimento-mas-ainda->>. Citado na página 27.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Porto Alegre, 2005. Citado 2 vezes nas páginas 44 e 45.

Apêndices

APÊNDICE A – Detalhamento das Métricas

Este apêndice detalha as métricas utilizadas no estudo de análise de acessibilidade em páginas web, seguindo a metodologia GQM. Cada métrica é apresentada com sua definição operacional, seguindo a estrutura proposta.

- **M1:**

Nome da medida: Percentual de conteúdos não textuais que possuem alternativas textuais adequadas.

Definição: Esta métrica avalia a proporção de elementos não textuais em uma página web (como imagens, gráficos, vídeos, etc.) que possuem alternativas textuais adequadas, que podem ser lidas por softwares de leitura de tela ou outros dispositivos de assistência utilizados por pessoas com deficiência visual.

Mnemonic: PCTA

Tipo de Medida: Medida Base

Entidade Medida: Página Web da Receita Federal

Propriedade Medida: Percepção da acessibilidade da página web

Unidade de Medida: Porcentagem (%)

Tipo de Escala: Escala de Razão (0% a 100%)

Valores da Escala: De 0 a 100, onde 0 significa nenhuma alternativa textual adequada e 100 significa que todas as não-textuais têm alternativas adequadas.

Intervalo Esperado dos Dados: O intervalo esperado varia dependendo dos padrões de acessibilidade. O objetivo é atingir 100%, mas valores próximos a 100% são considerados bons.

Formula de Cálculo de Medida:

$$M1 = \frac{NCTATA}{NTCNT} \times 100\%$$

Onde:

NCTATA: Número de Conteúdos Não Textuais com Alternativas Textuais Adequadas

NTCNT: Número Total de Conteúdos Não Textuais

Procedimento de Medição: Para medir essa métrica, foi feito uma auditoria da página web usando a ferramenta de avaliação de acessibilidade Waze para coletar os dados necessários.

Procedimento de Análise: Após a coleta dos dados, a análise do percentual resultante permite avaliar a acessibilidade da página para pessoas com deficiência

visual. Quanto mais próximo de 100%, melhor será a acessibilidade percebida. No caso de resultados abaixo do esperado, podem-se identificar elementos específicos que requerem melhorias nas alternativas textuais.

- **M2:**

Nome da medida: Percentual de mídias baseadas em tempo que possuem transcrições e descrições em áudio.

Definição: Essa métrica avalia a proporção de conteúdos de mídia baseados em tempo (como vídeos ou áudios) em uma página web que oferecem suporte a acessibilidade por meio de transcrições, legendas e descrições em áudio, quando aplicável. Isso ajuda a garantir que pessoas com deficiência auditiva ou visual tenham acesso apropriado a esses conteúdos.

Mnemonic: PMBTT

Tipo de Medida: Medida Base

Entidade Medida: Página Web da Receita Federal

Propriedade Medida: Percepção da acessibilidade da página web

Unidade de Medida: Porcentagem (%)

Tipo de Escala: Escala de Razão (0% a 100%)

Valores da Escala: De 0 a 100, onde 0 significa que nenhum conteúdo de mídia baseado em tempo possui suporte de acessibilidade e 100 significa que todos os conteúdos possuem suporte completo.

Intervalo Esperado dos Dados: O intervalo esperado varia dependendo dos padrões de acessibilidade. O objetivo é atingir 100%, mas valores próximos a 100% são considerados bons.

Formula de Cálculo de Medida:

$$M2 = \frac{NMBTPTL}{NTMBT} \times 100\%$$

Onde:

NMBTPTL: Numero de Mídia Baseadas em Tempo que Possuem Transcrições e Legendas

NTMBT: Número Total de Mídias Baseadas em tempo

Procedimento de Medição: Para medir essa métrica, é necessário verificar cada conteúdo de mídia baseado em tempo na página web e determinar se eles possuem transcrições, legendas e descrições em áudio, quando aplicável. Esta métrica vai ser analisada utilizando a ferramenta automatizada Waze.

Procedimento de Análise: Após a coleta dos dados, a análise do percentual resultante permite avaliar o nível de acessibilidade da página para pessoas com deficiência visual. Quanto mais próximo de 100% o percentual estiver, melhor será a acessibilidade da página, indicando que a maioria dos conteúdos de mídia baseados em tempo possui transcrições, legendas e descrições em áudio quando necessário. No entanto, se o resultado obtido estiver abaixo das expectativas, é possível identificar os conteúdos específicos que requerem melhorias no suporte de acessibilidade.

- **M3:**

Nome da medida: Percentual de elementos da página que mantêm sua estrutura e informação quando apresentados de maneiras diferentes.

Definição: Esta métrica avalia a capacidade dos elementos da página web de manterem sua estrutura e informação quando são apresentados de diferentes maneiras, como mudanças no tamanho da tela, uso de estilos alternativos, ou adaptações para dispositivos de assistência. Isso garante uma experiência consistente e acessível para pessoas com deficiências que dependem dessas adaptações.

Mnemonic: PEPMEI

Tipo de Medida: Métrica qualitativa

Entidade Medida: Elementos da página web (elementos HTML)

Propriedade Medida: Percepção da acessibilidade da página web

Unidade de Medida: Avaliação qualitativa (Atende Perfeitamente/Atende Parcialmente/ Não atende)

Tipo de Escala: Escala nominal

Valores da Escala: Os valores podem ser “Atende Perfeitamente” para elementos que mantêm sua estrutura e informações consistentes, “Atende Parcialmente” para elementos que têm alguma inconsistência e “Não Atende” para elementos que não conseguem manter consistência.

Intervalo Esperado dos Dados: O objetivo é que a maioria dos elementos se encaixe na categoria “Atende Perfeitamente”, mas é importante identificar e corrigir os elementos que se enquadram nas categorias “Atende Parcialmente” ou “Não Atende”.

Procedimento de Medição: Para medir essa métrica, deve-se examinar a página web em diferentes contextos, como em diferentes navegadores, tamanhos de tela ou com o uso de estilos alternativos. É importante certificar-se de que a estrutura e as informações essenciais dos elementos da página permaneçam consistentes durante essas variações. A métrica vai ser analisada usando a ferramenta Achecker e manualmente a partir do código.

Procedimento de Análise: Após a coleta dos dados, a análise revela a proporção de elementos que se enquadram em cada categoria qualitativa. Quanto maior a proporção de elementos que “Atende Perfeitamente”, melhor é a acessibilidade da página, pois os elementos da página se mostram consistentes e informativos em diferentes situações. No caso de resultados abaixo do esperado, é necessário identificar os elementos específicos que não conseguem manter sua estrutura e informações consistentes e tomar medidas corretivas.

- **M4:**

Nome da medida: Elementos da página que cumprem critérios de contraste e tamanho de texto sem perda de conteúdo ou funcionalidade.

Definição: Esta métrica avalia a capacidade dos elementos da página web de cumprir os critérios de contraste de cores e tamanho de texto legível sem que haja perda de conteúdo ou funcionalidade.

Mnemonico: PECTT

Tipo de Medida: Métrica qualitativa

Entidade Medida: Elementos da página web (texto, imagens)

Propriedade Medida: Percepção da acessibilidade da página web

Unidade de Medida: Avaliação qualitativa (Atende Perfeitamente/Atende Parcialmente/ Não Atende)

Tipo de Escala: Escala nominal

Valores da Escala: Os valores podem ser “Atende Perfeitamente” para elementos que cumprem os critérios sem perda de conteúdo ou funcionalidade, “Atende Parcialmente” para elementos que têm alguma inconsistência, como perda de conteúdo ou funcionalidade, e “Não Atende” para elementos que não conseguem cumprir os critérios de forma satisfatória.

Intervalo Esperado dos Dados: O objetivo é que a maioria dos elementos se encaixe na categoria “Atende Perfeitamente”, mas é importante identificar e corrigir os elementos que se enquadram nas categorias “Atende Parcialmente” ou “Não Atende”.

Procedimento de Medição: Para medir essa métrica, é necessário avaliar cada elemento da página em relação aos critérios de contraste de cores e tamanho de texto legível. Além disso, é importante verificar se o cumprimento desses critérios não resulta em perda de conteúdo ou funcionalidade. A métrica será analisada usando ferramentas de avaliação de acessibilidade Wave e revisão manual.

Procedimento de Análise: Após a coleta dos dados, a análise revelará a proporção de elementos que se enquadram em cada categoria qualitativa. Quanto maior a proporção de elementos que “Atende Perfeitamente”, melhor é a acessibilidade da página, pois os elementos da página cumprem os critérios sem perda de conteúdo ou funcionalidade. No caso de resultados abaixo do esperado, é necessário identificar os elementos específicos que não conseguem cumprir os critérios de forma satisfatória e tomar medidas corretivas.

- **M5: Nome da medida:** Percentual de funcionalidades da página que podem ser acessadas e operadas apenas por teclado

Definição: Esta métrica avalia a proporção de funcionalidades presentes na página web que podem ser totalmente acessadas e operadas usando apenas o teclado, sem a necessidade de uso de um mouse ou dispositivo de apontamento. Isso é fundamental para garantir a acessibilidade a pessoas com deficiências motoras que dependem do teclado para navegar na web

Mnemonico: PFAOTK

Tipo de Medida: Medida Base

Entidade Medida: Funcionalidades da página web (botões, links, âncora) **Propriedade Medida:** Operação da acessibilidade da página web

Unidade de Medida: Porcentagem (%)

Tipo de Escala: Escala de Razão (0% a 100%)

Valores da Escala: De 0 a 100, onde 0 significa que nenhuma funcionalidade pode ser acessada e operada apenas por teclado, e 100 significa que todas as funcionalidades estão acessíveis dessa forma

Intervalo Esperado dos Dados: O objetivo é atingir 100%, mas valores próximos a 100% são considerados bons

Formula de Cálculo de Medida:

$$M5 = \frac{NFPAT}{NTFP} \times 100\%$$

Onde:

NFPAT: Número de funcionalidades que podem ser acessadas apenas por teclado

NTFP: Número total de funcionalidades na página

Procedimento de Medição: Para medir essa métrica, é necessário revisar cada funcionalidade da página e verificar se ela pode ser ativada e operada usando apenas o teclado. Isso inclui a utilização de teclas de atalho e a navegação por meio de teclas de tabulação. A métrica vai ser analisada usando a ferramenta *Accessibility Inside for Web*.

Procedimento de Análise: Após a coleta dos dados, analise o percentual resultante. Quanto mais próximo de 100%, melhor a acessibilidade da página, pois a maioria das funcionalidades pode ser operada por pessoas que dependem do teclado. Caso o resultado seja abaixo do esperado, identifique as funcionalidades específicas que não podem ser acessadas ou operadas apenas por teclado e recomende ações corretivas.

- **M6:**

Nome da medida: Percentual de links, botões e outros elementos de navegação que são claramente identificáveis e possuem descrições significativas

Definição: Esta métrica avalia a proporção de elementos interativos, como links, botões e outros elementos de navegação, presentes na página web, que são claramente identificáveis e têm descrições significativas. Isso é fundamental para garantir que pessoas com deficiência visual ou cognitiva possam entender a finalidade desses elementos e utilizá-los de maneira eficaz

Mnemonic: PLBCID

Tipo de Medida: Medida Base

Entidade Medida: Elementos interativos da página web

Propriedade Medida: Operação da acessibilidade da página web

Unidade de Medida: Porcentagem (%)

Tipo de Escala: Escala de Razão (0% a 100%)

Valores da Escala: De 0 a 100, onde 0 significa que nenhum elemento é claramente identificável ou possui descrições significativas, e 100 significa que todos os elementos atendem a esses critérios.

Intervalo Esperado dos Dados: O objetivo é atingir 100%, mas valores próximos a 100% são considerados bons.

Formula de Cálculo de Medida:

$$M6 = \frac{NEIDS}{NTEI} \times 100\%$$

Onde:

NEIDS: Número de elementos identificáveis e com descrições significativas

NTEI: Número total de elementos interativos

Procedimento de Medição: Para medir essa métrica, deve-se examinar cada elemento interativo na página web e verificar se eles são claramente identificáveis, por meio de um rótulo ou texto, e se possuem descrições significativas que indiquem suas funções ou destinos. A métrica vai ser analisada de forma manual.

Procedimento de Análise: Após a coleta dos dados, deve-se analisar o percentual resultante. Quanto mais próximo de 100%, melhor será a acessibilidade da página, uma vez que a maioria dos elementos interativos será compreensível e útil para os usuários. No caso em que o resultado esteja abaixo do esperado, é importante identificar os elementos específicos que não atendem a esses critérios e recomendar ações corretivas.

- **M7:**

Nome da medida: Percentual de tarefas específicas de navegação completadas com sucesso por usuários deficientes visuais

Definição: Esta métrica avalia a capacidade dos usuários deficientes visuais de realizar tarefas específicas de navegação em uma página web, como localizar uma seção específica do site ou acessar uma página de contato, sem encontrar obstáculos significativos que prejudiquem sua experiência.

Mnemonico: TSNVCU (Total de Tarefas de Navegação Completadas por Usuários)

Tipo de Medida: Medida Base

Entidade Medida: Usuários deficientes visuais

Propriedade Medida: Operação da acessibilidade da página web

Unidade de Medida: Porcentagem (%)

Tipo de Escala: Escala de Razão (0% a 100%)

Valores da Escala: De 0 a 100, onde 0% indica que nenhum usuário deficiente visual conseguiu completar as tarefas de navegação com sucesso, e 100% indica que todos os usuários conseguiram completar as tarefas sem obstáculos.

Intervalo Esperado dos Dados: O objetivo é atingir 100%, significando que todos os usuários deficientes visuais conseguiram completar as tarefas sem obstáculos.

Formula de Cálculo de Medida:

$$M7 = \frac{NTB}{TTN} \times 100\%$$

Onde:

NTB: Número de tarefas de navegação bem-sucedidas por usuários deficientes visuais

TTN: Total de tarefas de navegação realizadas por usuários deficientes visuais

Procedimento de Medição: Para medir essa métrica, é necessário conduzir testes de usabilidade com usuários deficientes visuais. Eles devem ser instruídos a realizar tarefas específicas de navegação na página web, enquanto observadores registram se as tarefas foram completadas com sucesso.

Procedimento de Análise: Após a coleta dos dados, calcular o percentual de tarefas de navegação bem-sucedidas pelos usuários deficientes visuais. Quanto mais próximo de 100%, melhor será a acessibilidade da página, indicando que a maioria dos usuários conseguiram completar as tarefas sem obstáculos. Caso o resultado esteja abaixo do esperado, é importante identificar as tarefas específicas em que os usuários encontraram obstáculos e recomendar ações corretivas para melhorar a acessibilidade dessas tarefas.

- **M8:**

Nome da medida: Incidentes em que o foco em um componente resulta em uma mudança de contexto inesperada

Definição: Esta métrica avalia a proporção de incidentes em que o foco (focus) em um componente de uma página web resulta em uma mudança de contexto inesperada. Uma mudança de contexto inesperada pode ser prejudicial para a usabilidade e acessibilidade da página.

Mnemonic: PMCI

Tipo de Medida: Métrica qualitativa

Entidade Medida: Compreensão da página

Propriedade Medida: Previsibilidade da Mudança de Contexto

Unidade de Medida: Avaliação qualitativa (Atende Perfeitamente/Atende Parcialmente/ Não Atende)

Tipo de Escala: Escala nominal

Valores da Escala: Os valores podem ser “Atende Perfeitamente” para componentes que não causam mudanças de contexto inesperadas, “Atende Parcialmente” para componentes que têm algumas mudanças inesperadas, e “Não Atende” para componentes que causam mudanças de contexto inesperadas.

Intervalo Esperado dos Dados: O objetivo é atingir o máximo possível de “Atende Perfeitamente”, garantindo que poucos incidentes resultem em mudanças de contexto inesperadas.

Procedimento de Medição: Para medir esta métrica, é necessário realizar testes de foco em componentes da página web e registrar os incidentes em que ocorrem mudanças de contexto inesperadas. A métrica será analisada de forma manual.

Procedimento de Análise: Quanto maior a proporção de componentes que “Atende Perfeitamente”, melhor a previsibilidade da mudança de contexto na página, indicando que poucos componentes causam mudanças inesperadas. Se o resultado for abaixo do esperado, é importante identificar os componentes específicos que causam essas mudanças inesperadas e tomar medidas corretivas para melhorar a acessibilidade e usabilidade da página.

- **M9:**

Nome da medida: Percentual de mensagens resultantes de uma ação sem provocar uma mudança no fluxo e contexto da tela

Definição: Esta métrica avalia a proporção de mensagens exibidas em uma interface de usuário que são relevantes para o usuário e não causam uma mudança de foco ou contexto na tela. Ela visa garantir uma experiência do usuário consistente, especialmente para pessoas que utilizam tecnologias assistivas como deficientes visuais.

Mnemonic: PMRMCT

Tipo de Medida: Medida Base

Entidade Medida: Interface de Usuário

Propriedade Medida: Compreensão da acessibilidade da página web

Unidade de Medida: Porcentagem (%)

Tipo de Escala: Escala de Razão (0% a 100%)

Valores da Escala: Varia de 0 a 100, onde 0 significa que nenhuma mensagem relevante foi transmitida sem provocar mudança de contexto, e 100 significa que todas as mensagens relevantes são transmitidas sem causar mudança de contexto.

Intervalo Esperado dos Dados: O objetivo é atingir 100%, indicando que todas as mensagens relevantes são transmitidas sem provocar mudança de contexto. Valores próximos a 100% são considerados bons.

Formula de Cálculo de Medida:

$$M9 = \frac{NMRTMC}{TMRT} \times 100\%$$

Onde:

NMRTMC: Número de Mensagens Relevantes Transmitidas sem Mudança de Contexto

TMRT: Total de Mensagens Relevantes Transmitidas

Procedimento de Medição: Para medir essa métrica, é necessário realizar testes nos quais erros são provocados na página de forma controlada. Durante esses testes, as mensagens de erro são geradas e exibidas conforme a interação com a página.

Procedimento de Análise: Após a coleta dos dados, a análise do percentual resultante permite avaliar a eficácia da interface de usuário em manter a consistência do contexto ao transmitir mensagens relevantes. Quanto mais próximo de 100%, melhor será a usabilidade percebida. Caso os resultados estejam abaixo do esperado, é possível identificar mensagens específicas que requerem melhorias na forma como são transmitidas para evitar mudanças de contexto indesejadas.

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) Participante,

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa intitulada **Tecnologias para a inclusão: Métricas para avaliação da acessibilidade de páginas web para pessoas com deficiência visual**. Este documento visa informar os detalhes da pesquisa e obter o seu consentimento para a participação.

Objetivo da pesquisa:

O objetivo desta pesquisa é realizar uma análise de um conjunto de métricas de acessibilidade para avaliar páginas web destinadas a indivíduos com deficiência visual, buscando identificar oportunidades de melhorias e contribuir para a inclusão digital dessas pessoas.

Justificativa:

A importância desta pesquisa reside na promoção da acessibilidade digital, tornando páginas web mais eficazes e inclusivas para pessoas com deficiência visual, o que é fundamental para garantir o acesso igualitário às informações e serviços online.

Procedimentos:

Caso aceite participar, o(a) Sr.(a) será solicitado(a) a fornecer feedback sobre a usabilidade de páginas web específicas e poderá ser necessário o uso do seu CPF para validar o acesso a sites governamentais. O processo incluirá:

- Análise de páginas web selecionadas;
- Preenchimento de questionários de avaliação;
- Entrevistas que podem durar em média de 30 minutos a 1 hora.

A participação envolverá aproximadamente 2 a 3 encontros com a equipe de pesquisa.

Riscos e desconfortos:

Embora seja mínima, existe a possibilidade de desconforto relacionado ao uso do seu CPF para acessar sites governamentais. Se isso for um problema, você tem a opção de utilizar o CPF do pesquisador responsável. Estão previstas todas as medidas de segurança para proteger a confidencialidade dos seus dados pessoais.

Benefícios:

Não há benefícios diretos para você ao participar desta pesquisa. No entanto, sua contribuição será valiosa para a melhoria da acessibilidade de páginas web para pessoas com deficiência visual, podendo beneficiar muitos usuários no futuro.

Voluntariedade:

Sua participação é completamente voluntária. Você tem liberdade para recusar ou retirar o seu consentimento a qualquer momento, sem qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Assistência e informações:

Você terá assistência contínua e poderá solicitar informações adicionais a qualquer momento.

Em caso de dúvidas, por favor, contate o pesquisador responsável:

Ricardo de Castro Loureiro

Telefone: 61 9.9635-5518

E-mail: ricardoloureiro75@gmail.com

Ao assinar este documento, você indica que entende os detalhes da pesquisa e concorda voluntariamente em participar.

CONCORDO EM PARTICIPAR DESTE ESTUDO:

Nome do Participante: _____

Assinatura: _____

Data: _____

APÊNDICE C – Entrevista

Link para a entrevista com o usuário: [Entrevista](#)