



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE QUIXADÁ
CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

ALINE ARAUJO SOUZA

**AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE DE SISTEMAS WEB PARA PESSOAS COM
DEFICIÊNCIA VISUAL: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO**

QUIXADÁ

2023

ALINE ARAUJO SOUZA

AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE DE SISTEMAS WEB PARA PESSOAS COM
DEFICIÊNCIA VISUAL: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Sistemas de Informação
do Campus de Quixadá da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Sistemas de Informação.

Orientadora: Profa. Dra. Carla Ilane Mo-
reira Bezerra

Coorientador: Bel. José Cezar Junior de
Souza Filho

QUIXADÁ

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S713a Souza, Aline Araujo.
Avaliação de acessibilidade de sistemas web para pessoas com deficiência visual : um mapeamento sistemático / Aline Araujo Souza. – 2023.
64 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Sistemas de Informação, Quixadá, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Carla Ilane Moreira Bezerra.
Coorientação: Prof. José Cezar Junior de Souza Filho.
1. Acessibilidade Web. 2. Avaliação de sistemas. 3. Transtornos da Visão. I. Título.
CDD 005
-

ALINE ARAUJO SOUZA

AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE DE SISTEMAS WEB PARA PESSOAS COM
DEFICIÊNCIA VISUAL: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Sistemas de Informação
do Campus de Quixadá da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Carla Ilane Moreira
Bezerra (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Bel. José Cezar Junior de Souza Filho (Coorientador)
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Profa. Dra. Anna Beatriz Marques
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Ingrid Teixeira Monteiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho a todos os que me ajudaram
ao longo desta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grato a Deus por conceder-me saúde, força e, principalmente, coragem para enfrentar os desafios ao longo desta jornada acadêmica. Agradeço por teres planos para minha vida que superam meus próprios sonhos.

Agradeço aos meus pais, que me ensinaram a importância da disciplina, do esforço e da dedicação e me apoiaram em todas as escolhas que fiz durante minha jornada acadêmica. O exemplo de vida de vocês é minha inspiração e motivação para buscar sempre o melhor.

Agradeço ao meu companheiro Davi T. por ter me inspirado a ser uma pessoa melhor, tanto em termos acadêmicos como pessoais. Seu apoio incondicional e seu incentivo foram fundamentais para que eu pudesse me sentir capaz de realizar este TCC e dar o meu melhor, Te amo muito.

Agradeço aos meus amigos mais próximos, que juntos compartilhamos alegrias e tristezas e proporcionando momentos de descontração e lazer, sem vocês esta jornada acadêmica não seria tão especial e gratificante como foi.

Agradeço a todos os professores por compartilharem conhecimento, não apenas racional, mas também no desenvolvimento de caráter e afetividade, aspectos cruciais na formação profissional.

À minha orientadora, Profa. Dra. Carla Ilane, pela orientação valiosa, e ao meu co-orientador Bel. José Cezar Junior, pelos conselhos, paciência e colaboração durante a revisão deste TCC.

À banca, agradeço pela disponibilidade de tempo e pela justa avaliação deste trabalho.

Por fim, agradeço a esta universidade, seu corpo docente, direção e administração, agradeço pela oportunidade que vislumbro para o meu futuro profissional, tenho confiança na ética e no mérito presentes nesta instituição.

"Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por se omitir!"

(Augusto Cury)

RESUMO

A avaliação da acessibilidade é fundamental para determinar o quão acessível é um sistema Web, para que qualquer tipo de usuários possa acessar seu conteúdo independente de suas limitações. Neste contexto, o seguinte trabalho apresenta um mapeamento sistemático da literatura (MSL) voltado a acessibilidade de sistemas Web, tendo como público alvo os usuários com deficiência visual, enfatizando a importância da inclusão da acessibilidade desde as fases iniciais até a conclusão do desenvolvimento do sistema. Com a utilização do MSL, buscamos fornecer uma visão atual dos recursos disponíveis para avaliação de sistemas que podem ser encontrados na literatura técnica, tendo como principal objetivo identificar e reunir uma variedade de atributos, métodos, métricas e ferramentas que podem ser utilizados para proporcionar maior qualidade aos sistemas Web. Realizamos uma análise de 1245 artigos na literatura e dentre eles 52 estudos demonstraram recursos disponíveis para a avaliação de sistemas por desenvolvedores. A partir dos nossos achados, é possível observar sobre quais recursos estão sendo utilizados para manter a conformidade com os padrões de acessibilidade, auxiliando os profissionais na inclusão da acessibilidade em seus projetos.

Palavras-chave: acessibilidade web; avaliação de sistemas web; deficiência visual.

ABSTRACT

Accessibility assessment is essential to determine how accessible a Web system is so that any user can access its content regardless of its limitations. In this context, the following work presents a systematic mapping of the literature (MSL) focused on the accessibility of Web systems, targeting users with visual impairments, emphasizing the importance of including accessibility from the initial phases to the completion of system development. . Using MSL, we seek to provide a current view of the resources available for evaluating systems that can be found in the technical literature, with the main objective of identifying and bringing together a variety of attributes, methods, metrics and tools that can be used to provide greater quality to Web systems. We carried out an analysis of 1245 articles in the literature and among them, 52 studies demonstrated available resources for evaluating systems by developers. From our findings, it is possible to observe which resources are being used to maintain compliance with accessibility standards, helping professionals to include accessibility in their projects.

Keywords: web accessibility; evaluation of web systems; visual impairment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Qualidade de Produto de Software	19
Figura 2 – Metodologia	30
Figura 3 – Recursos Mapeados na MSL	36
Figura 4 – Nuvem de Palavras	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Princípios e Diretrizes da WCAG 2.2.	21
Quadro 2 – Seções e Recomendações do eMAG	23
Quadro 3 – Análise comparativa dos trabalhos relacionados e este trabalho.	29
Quadro 4 – Sub questões da pesquisa	31
Quadro 5 – Formulário de extração de dados do conjunto final de artigos	33
Quadro 6 – Quantidade total de artigos encontrados por biblioteca	34
Quadro 7 – Quantidade de artigos no primeiro filtro por biblioteca	34
Quadro 8 – Quantidade de artigos no segundo filtro por biblioteca	35
Quadro 9 – Atributos e Medidas para deficientes visuais identificados nos estudos.	38
Quadro 10 – Tipos de Ferramentas Automaticas identificados nos estudos	39
Quadro 11 – Heurísticas e medidas/métricas para deficientes visuais identificados nos estudos.	40
Quadro 12 – Métodos de avaliação identificados nos estudos.	41
Quadro 13 – Métricas identificados nos estudos.	45
Quadro 14 – Tipos de Avaliação de Acessibilidade identificados nos estudos	47
Quadro 15 – Tipos de teste identificados nos estudos.	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

WCAG	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>
eMAG	Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico
WWW	<i>World Wide Web</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WAI	<i>Web Accessibility Initiative</i>
MSL	<i>Mapeamento Sistemático da Literatura</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
SQuaRE	<i>Software Product Quality Requirements and Evaluation</i>
DOM	<i>Document Object Model</i>
MVC	<i>Model View Controller</i>
CMS	<i>Content Management System</i>
RSL	<i>Revisão Sistemática da Literatura</i>
DDA	<i>Disabilities Discrimination Act</i>
TAW	<i>Test de Accesibilidad Web</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	16
<i>1.1.1</i>	<i>Objetivo Geral</i>	<i>16</i>
<i>1.1.2</i>	<i>Objetivos Específicos</i>	<i>16</i>
1.2	Organização	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Qualidade de Software	17
<i>2.1.1</i>	<i>Qualidade do produto de software</i>	<i>17</i>
<i>2.1.1.1</i>	<i>Capacidade de Interação</i>	<i>19</i>
2.2	Acessibilidade na Web	20
<i>2.2.1</i>	<i>Web Content Accessibility Guidelines (Web Content Accessibility Guidelines (WCAG))</i>	<i>20</i>
<i>2.2.2</i>	<i>Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG))</i>	<i>22</i>
3	TRABALHOS RELACIONADOS	25
<i>3.1</i>	<i>Software Accessibility for Visually Impaired People: a systematic mapping study</i>	<i>25</i>
<i>3.2</i>	<i>Accessibility engineering in web evaluation process: a systematic literature review</i>	<i>26</i>
<i>3.3</i>	<i>Evaluating the accessibility of higher education institution websites in the State of Kuwait: empirical evidence</i>	<i>27</i>
<i>3.4</i>	<i>Análise Comparativa</i>	<i>28</i>
4	METODOLOGIA	30
4.1	Planejamento do mapeamento sistemático	30
4.2	Condução do Mapeamento Sistemático	32
4.3	Definição das contribuições	33
4.4	Elaboração de um conjunto de recursos de avaliação de acessibilidade para Web	33
4.5	Resultados	34
5	ANÁLISE	36

5.1	Conjunto de recursos para avaliação de acessibilidade na Web	36
5.1.1	<i>Atributos</i>	37
5.1.2	<i>Medidas</i>	37
5.1.3	<i>Ferramentas</i>	38
5.1.4	<i>Heurísticas</i>	39
5.1.5	<i>Métodos</i>	40
5.1.6	<i>Métricas</i>	44
5.1.7	<i>Tipos de Avaliação</i>	46
5.1.7.1	<i>Avaliação manual</i>	46
5.1.7.2	<i>Avaliação com Usuários Especialistas</i>	46
5.1.7.3	<i>Avaliação com Usuários Finais</i>	47
5.1.7.4	<i>Avaliação Heurística</i>	47
5.1.7.5	<i>Avaliação Automática</i>	47
5.1.8	<i>Tipos de Teste</i>	48
5.2	Respondendo às Questões de Pesquisa	49
5.3	Ameaças à Validade do Mapeamento	50
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	53
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICES	61
	APÊNDICE A – CONJUNTO FINAL DE ARTIGOS SELECIONADOS	
	NO MAPEAMENTO	61

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da grande rede de informações *World Wide Web* (WWW) vem gerando impactos significativos na sociedade, visto que, de acordo com um estudo realizado em 2019, a *internet* já atingiu mais de 4,39 bilhões de usuários e esse número cresce cerca de 9% anualmente (ACOSTA-VARGAS *et al.*, 2019). Atualmente, a *internet* expõe conteúdos para apoiar seus usuários, por exemplo, na realização de serviços, em interações sociais, na comunicação, educação, cidadania, saúde, serviços comerciais, públicos ou privados. Portanto, é importante que qualquer pessoa possa acessar esse conteúdo, inclusive usuários com deficiência.

A Organização Mundial da Saúde (OMS), estima que 1.3 Bilhões de pessoas no planeta, cerca de 16% da população mundial se identifica tendo algum tipo de deficiência (World Health Organization, 2023). No Brasil, de acordo com um estudo do IBGE (2010), o número de pessoas com algum tipo de deficiência está em torno de 45,62 milhões (ou seja, cerca de 23% da população brasileira), podendo ser algum tipo de impedimento visual, auditivo, motor ou cognitivo.

Portanto, foi sancionada em 6 de julho de 2015 a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (nº 13.146), sendo um dos grandes avanços com relação aos direitos da pessoa com deficiência. A lei é “destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania” (CIVIL, 2015).

Proporcionar sistemas que assegurem a inclusão social de pessoas com deficiência vem sendo uma grande tarefa para as empresas desenvolvedoras de *software*, de tal forma que os autores Barbosa *et al.* (2021) destacam que inserir acessibilidade nos sistemas permite que mais pessoas possam usufruir de um sistema, ao invés de apenas um grupo específico e definem a acessibilidade como: "um critério de qualidade relacionado à capacidade de interação de um usuário com um sistema, sem que sua *interface* apresente obstáculos para seu uso ou acesso de suas informações".

Os autores Pressman e Maxim (2021), retratam que os desenvolvedores de sistemas encontram dificuldades em escolher o que pode ser utilizado para avaliar seus sistemas, já que cada avaliação depende de inúmeros aspectos: público-alvo, objetivo da avaliação e contexto de uso. O trabalho de Silva e Rodrigues (2018) realizou uma pesquisa exploratória com desenvolvedores de sistemas, que visava identificar quais são os motivos para que eles não buscam implementar acessibilidade *Web* em seus projetos, onde ao todo 25 pessoas responderam que, as

causas principais foram a falta de fiscalização feita por órgãos competentes e a falta de interesse dos programadores e donos de empresas em estudar, implementar e vender projetos com esses critérios incorporados.

Para o desenvolvimento de sistemas *Web* mais acessíveis, o *World Wide Web Consortium* (W3C) criou o *Web Accessibility Initiative* (WAI) que tem como objetivo a criação de estratégias, padrões e recursos de suporte para ajudar a tornar a *Web* mais acessível a pessoas com deficiência (CONSORTIUM *et al.*, 2008).

Entre os padrões disponibilizados pela WAI, pode-se citar as diretrizes do WCAG, sendo formadas por um conjunto de princípios, critérios de sucesso, técnicas e falhas comuns, identificadas por meio da cooperação entre organizações e indivíduos em todo o mundo (WAI, 2022). No Brasil, o Governo Nacional criou o eMAG, um conjunto de recomendações que tem como objetivo nortear o desenvolvimento e adaptação dos conteúdos digitais do Governo Federal para garantir a qualidade ao acesso para o público em geral (BRASIL, 2014).

Mesmo com a existência das normas e diretrizes de acessibilidade na *Web*, muitos desenvolvedores tem dificuldade em implementar e avaliar a acessibilidade em seus projetos, em alguns casos os sistemas não são avaliados ou são avaliados somente após finalizados, o que pode gerar retrabalho para a equipe de desenvolvimento. Desta forma, é importante conscientizar os desenvolvedores e líderes de projeto a incluírem acessibilidade desde a etapa de planejamento até a fase final de seus projetos.

Assim, realizamos um mapeamento sistemático dos trabalhos disponíveis na literatura, onde analisamos o que é atualmente utilizado para avaliar a qualidade do *software* com ênfase nas características de acessibilidade *Web*. Observou-se que os trabalhos disponíveis na literatura abordavam a acessibilidade para diversos públicos e faziam correlação entre uma ou mais tipos de deficiências. Desta forma, decidimos reunir pesquisas voltados somente para a deficiência visual devido ao vasto volume de trabalhos relacionados a esse tema.

Portanto, neste trabalho buscamos fornecer uma visão atualizada das pesquisas que avaliam a qualidade de *software* e implementam a acessibilidade para o público de usuários com deficiência visual. Nosso objetivo, foi reunir todos os recursos utilizados para realizara a avaliação dos sistemas proporcionando assim mais qualidade.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é reunir um conjunto de atributos, métodos, métricas e ferramentas utilizadas na avaliação de acessibilidade de sistemas *Web*, por meio da execução de um *Mapeamento Sistemático da Literatura* (MSL).

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Executar um MSL para coletar recursos utilizados na avaliação de sistemas *Web* existentes.
- b) Fornecer dados qualitativos sobre as informações extraídas.
- c) Elaborar um conjunto de recursos de avaliação de acessibilidade web para o público de usuários com deficiência visual.

1.2 Organização

O restante do trabalho está estruturado da seguinte forma: no Capítulo 2, são apresentados os conceitos que auxiliarão no entendimento do trabalho. No capítulo 3, realiza-se a apresentação dos trabalhos relacionados e a discussão das suas semelhanças e diferenças com o presente trabalho. No capítulo 4, foi explicada a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho. No capítulo 5 apresenta os resultados obtidos na realização do estudo. Por fim, no capítulo 6 será apresentada as conclusões do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os principais conceitos relacionados ao presente trabalho.

2.1 Qualidade de *Software*

Segundo (ISO; IEC, 2011) a qualidade de *software* é definida como "a totalidade de características de um produto de *software* que lhe confere a capacidade de satisfazer necessidades explícitas e implícitas dos usuários". Assim podemos observar que a qualidade de *software* não é facilmente alcançada, e obter qualidade demanda um esforço contínuo e constante ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento.

Para proporcionar uma melhor qualidade de *software* foram criados diversos modelos e normas com a finalidade de melhorar e padronizar os processos de desenvolvimento de produtos de *software*. Dentre elas, destaca-se as normas da *International Organization for Standardization* (ISO) e *International Electrotechnical Commission* (IEC). Nesse trabalho utilizaremos o padrão exibido pela norma ISO/IEC 25000, também conhecida como *Software Product Quality Requirements and Evaluation* (SQuaRE) que fornece um guia que permite a definição de requisitos e avaliação da qualidade dos sistemas.

Observa-se que para obter um *software* de qualidade deve-se realizar um planejamento do nível de qualidade esperado, selecionando quais características de qualidade deseja atender e buscando meios de avaliar a qualidade, para isso o modelo de qualidade de produto de *software* foi criado para propor características de qualidade que podem ser incluídas no desenvolvimento de sistemas *Web*.

2.1.1 Qualidade do produto de *software*

Este modelo tem como objetivo realizar a medição da qualidade de produtos de *software*, sendo composto por características e subcaracterísticas que se relacionam com as propriedades de qualidade de *software*. As características de qualidade do produto de *software* oferecem uma descrição de como estas podem ser alcançadas no processo de desenvolvimento, porém, tais características são difíceis de medir, sendo necessário buscar métodos de avaliação para ter certeza que atenderam a especificação solicitada (MARTINS *et al.*, 2013).

Recentemente, especialistas da ISO fizeram uma atualização das características do modelo de qualidade de produtos de *software* em resposta à crescente demanda de sistemas

mais completos e eficientes modificando assim alguns aspectos dos critérios de qualidade e suas características. O modelo de qualidade após a atualização passa a ser composto por nove características, estas características são fundamentais no planejamento, desenvolvimento e avaliação de qualidade do *software*, são elas: Adequação Funcional, Eficiência de Desempenho, Compatibilidade, Capacidade de Interação, Confiabilidade, Segurança de Dados, Manutenibilidade, Flexibilidade e Avisos de Segurança (ISO/IEC, 2023).

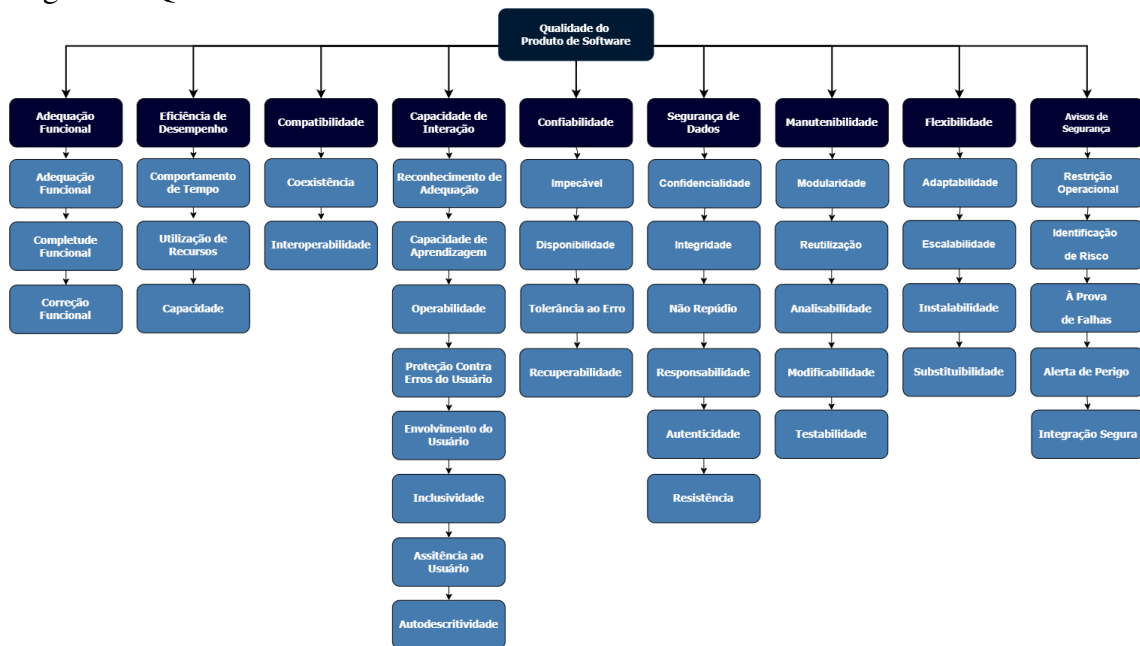
Tais características e subcaracterísticas fornecem um modelo de referência para a qualidade dos produtos a serem especificados, medidos e avaliados. As principais alterações são:

- a) O objetivo do modelo foi aumentado para incluir vários tipos de produtos;
- b) Várias características e subcaracterísticas receberam nomes e definições mais precisos;
- c) A característica Avisos de Segurança foi adicionada e recebeu as subcaracterísticas Restrição Operacional, Identificação de Riscos, Segurança Contra Falhas, Aviso de Perigo e Integração Segura;
- d) A característica Usabilidade e a Portabilidade foram substituídas pela Capacidade de Interação e Flexibilidade;
- e) As subcaracterísticas Inclusividade e Autodescritividade, Resistência e Escalabilidade foram adicionadas como subcaracterísticas de Capacidade de Interação, Segurança de Dados e Flexibilidade;
- f) A subcaracterística Estética e a Maturidade da Interface do Usuário foram substituídas pelo Envolvimento do Usuário e Perfeição Operacional;
- g) A subcaracterística Acessibilidade foi dividida em Inclusividade e Assistência ao Usuário.

As alterações incluídas na nova versão do modelo de qualidade objetivam melhorar a compreensão dos usuários e a adaptação das melhorias exigidas no desenvolvimento de sistemas atuais. As características de qualidade e suas subcaracterísticas atualizadas são apresentadas na figura 1.

Este trabalho aborda a avaliação da Acessibilidade na *Web* com foco no público de usuários com deficiência visual. Utilizando o modelo de qualidade de produto de *Software* a Acessibilidade anteriormente era uma subcaracterística de Usabilidade, porém após a mudança ocorrida na ISO sofreu alterações e a Acessibilidade foi dividida em duas subcaracterísticas: Inclusividade e Assistência ao Usuário que agora estão presentes na característica de Capacidade

Figura 1 – Qualidade de Produto de Software



Fonte: Adaptado de (ISO/IEC, 2023)

de Interação.

2.1.1.1 Capacidade de Interação

O objetivo da Capacidade de Interação é “realizar a análise da capacidade de um produto ao interagir com usuários específicos para trocar informações entre um usuário e um sistema através da *interface* do usuário para completar a tarefa pretendida” (ISO/IEC, 2023). Essa característica recebeu a adição de duas novas e também a atualização de duas novas subcaracterísticas. As característica adicionadas são: Envolvimento do Usuário e Autodescritividade, e as característica atualizadas são: Inclusividade e Assistência ao Usuário. Anteriormente, essas quatro características estavam agrupadas na subcaracterística Acessibilidade.

Considerando que este estudo se concentra na avaliação da acessibilidade de sistemas *Web*, exploraremos detalhadamente apenas as subcaracterísticas novas e atualizadas relacionadas à acessibilidade, que de acordo com a (ISO/IEC, 2023) são apresentadas a seguir:

Envolvimento do Usuário: se refere à habilidade de um produto em apresentar suas funcionalidades e informações de forma atrativa e estimulante, promovendo e encorajando a interação contínua por parte do usuário.

Autodescritividade: a capacidade de um produto em fornecer informações pertinentes ao usuário quando necessário, tornando suas capacidades e uso imediatamente evidentes, sem demandar interações excessivas com o produto ou outros recursos.

Inclusividade: a capacidade do produto de ser utilizado por pessoas de diversos grupos, não limitando-se a capacidades e/ou diferentes situações de vida.

Atendimento ao Usuário: a capacidade de um produto ser utilizado por uma ampla gama de indivíduos, cada um com suas características e capacidades distintas, visando alcançar objetivos específicos em contextos de uso variados.

O modelo de Qualidade de Produto de *Software* oferece uma estrutura para analisar o cumprimento dos critérios de cada subcaracterística auxiliando na análise da utilização da acessibilidade nos sistemas e se estão em conformidade com os padrões estabelecidos WCAG e eMAG.

2.2 Acessibilidade na Web

A acessibilidade *Web* tem como objetivo a necessidade de projetar e construir produtos digitais que possam ser utilizados de forma significativa e igualitária para todos. Segundo Oliveira *et al.* (2020) a acessibilidade digital deve se concentrar na remoção de barreiras que podem impedir uma pessoa com deficiência de utilizar completamente um recurso digital, e se refere a todos os utilizadores da *Web*.

No Brasil, o Decreto Federal nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004, em seu artigo 8º, I, define acessibilidade como "a condição para o uso seguro e autônomo, total ou assistido dos espaços, edificações, serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida"(BRASIL, 2004). Este mesmo decreto garante aos deficientes e portadores de necessidades especiais todos os direitos de cidadão comum, visando eliminar as formas de exclusão a esses indivíduos.

O modelo de qualidade do produto de *software* oferece um norte de quais características devem ser atendidos para obtenção de um *software* de qualidade porém é necessário buscar recursos para realizar avaliações para ter certeza que atende a especificação solicitada. Uma forma de amenizar os obstáculos de acesso ao conteúdo *Web* é utilizando os padrões de acessibilidade disponibilizados, tais como WCAG 2.2 e o eMAG 3.0.

2.2.1 Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)

As diretrizes da WCAG foram desenvolvidas pelo W3C, onde sua primeira versão foi publicada em 2008 e destina-se, principalmente, aos desenvolvedores, avaliadores de aces-

Quadro 1 – Princípios e Diretrizes da WCAG 2.2.

Princípio	Diretrizes
1. Perceptível	1.1. Fornecer alternativas de texto para conteúdo não textual. 1.2. Fornecer legendas e outras alternativas para multimídia. 1.3. Criar conteúdo que possa ser apresentado de diversas formas, inclusive por tecnologias assistivas, sem perder o sentido. 1.4. Tornar mais fácil para os usuários ver e ouvir o conteúdo.
2. Operável	2.1. Disponibilize todas as funcionalidades a partir de um teclado. 2.2. Dê aos usuários tempo suficiente para ler e usar o conteúdo. 2.3. Não use conteúdo que cause convulsões ou reações físicas. 2.4. Ajude os usuários a navegar e encontrar conteúdo. 2.5. Facilite o uso de outras entradas além do teclado.
3. Compreensível	3.1. Tornar o texto legível e compreensível. 3.2. Faça o conteúdo aparecer e operar de maneira previsível. 3.3. Ajude os usuários a evitar e corrigir erro.
4. Robusto	4.1. Maximize a compatibilidade com ferramentas de usuário atuais e futuras.

Fonte: Adaptado de (WAI, 2023)

sibilidade *Web* e outros profissionais que precisam de um padrão para garantir o uso acessível da *Web*. Conforme (WAI, 2022) a WCAG 2.2 é formada por 13 diretrizes organizadas em 4 princípios que devem ser seguidos. Os princípios são Perceptível, pois as informações devem estar visíveis aos usuários de forma que eles possam perceber facilmente; Operável, pois os componentes da *interface* do usuário e a navegação devem estar operacionais; Compreensível, as informações e a operação da *interface* do usuário devem ser compreensíveis; e Robusto, pois deverá ser interpretado por uma ampla variedade de usuários, incluindo tecnologias assistivas. O Quadro 1 exhibe os princípios e as diretrizes da versão 2.2.

Existem três níveis de conformidade na WCAG 2.2: Nível A, Nível AA e Nível AAA. Enquanto o Nível A corresponde ao nível mais baixo, porém a conformidade com esse nível garante acessibilidade mínima na *Web*, o Nível AA é a norma que cobre os requisitos da maioria dos diversos usuários contendo diretrizes que tratam das barreiras de acesso mais populares, e o Nível AAA é considerado o padrão mais alto de acessibilidade, que requer todos os recursos de acessibilidade presentes na WCAG (ALAJARMEH, 2021).

2.2.2 Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG)

Com sua primeira versão publicada em 2005, teve em 2007, através da Portaria nº 3 de 7 de maio, a institucionalização, tornando obrigatória a sua observância pelos órgãos públicos, o modelo eMAG apoia o desenvolvimento de *sites* e portais *Web*, e a adaptação de conteúdos digitais acessíveis do Governo Federal, assegurando a todos os interessados, independentemente de suas capacidades físico-motoras, perceptivas, culturais e sociais, o acesso à informação (BRASIL, 2014).

A última versão (3.1) do modelo eMAG foi lançada em abril de 2014, suas recomendações permitem que a implementação da acessibilidade digital seja conduzida de forma padronizada, de fácil implementação, e coerente com as necessidades brasileiras. As orientações foram baseadas nas diretrizes do WCAG que são elaboradas pela organização W3C em pesquisas realizadas no âmbito do projeto de acessibilidade virtual e com o auxílio de pessoas com deficiência (BRASIL, 2014).

Sua estrutura é dividida por recomendações de acessibilidade, totalizando 45 recomendações que são divididas em seis seções de acordo com as necessidades de implementação, são elas:

Marcação: respeitar os padrões de acessibilidade web; **Comportamento (*Document Object Model (DOM)*):** garantir que os objetos programáveis sejam acessíveis; **Conteúdo/Informação:** garantir as funcionalidades da página *Web*; **Apresentação/*Design*:** oferecer contraste mínimo entre plano de fundo e primeiro plano; **Multimídia:** fornecer alternativa para vídeo e som; **Formulário:** fornecer alternativa em texto para os botões de imagem de formulários. Os princípios do eMAG e suas recomendações são exibidos no quadro 2.

Além disso, o modelo define os elementos padrão que devem estar presentes em todos os *websites* do Governo Federal, facilitando o acesso ao cidadão. Os padrões especificados no eMAG são (BRASIL, 2014):

- **Teclas de atalho:** para ir ao conteúdo, ir ao menu principal, ir à caixa de pesquisa;
- **Primeira folha de contraste:** nessa configuração, a página deve alterar a sua cor de fundo, cor do texto, *links*, ícones, linhas e contornos, para facilitar a utilização;
- **Barra de acessibilidade:** alto contraste, atalhos (para menu, conteúdo e busca), acessibilidade (*link* para a página contendo os recursos de acessibilidade do *site*);
- **Apresentação do mapa do *site*:** a página deve conter uma lista hierárquica do conteúdo disponível no *site*;

Quadro 2 – Seções e Recomendações do eMAG

Seções	Recomendações
1. Marcação	1.1. Respeitar os Padrões Web. 1.2. Organizar o código HTML de forma lógica e semântica. 1.3. Utilizar corretamente os níveis de cabeçalho. 1.4. Ordenar de forma lógica e intuitiva a leitura e tabulação. 1.5. Fornecer âncoras para ir direto a um bloco de conteúdo. 1.6. Não utilizar tabelas para diagramação. 1.7. Separar links adjacentes. 1.8. Dividir as áreas de informação. 1.9. Não abrir novas instâncias sem a solicitação do usuário.
2. Comportamento (DOM)	2.1. Disponibilizar todas as funções da página via teclado. 2.2. Garantir que os objetos programáveis sejam acessíveis. 2.3. Não criar páginas com atualização automática periódica. 2.4. Não utilizar o redirecionamento automático de páginas. 2.5. Fornecer alternativa para modificar limite de tempo. 2.6. Não incluir situações com intermitência de tela. 2.7. Assegurar o controle do usuário sobre as alterações do conteúdo.
3. Conteúdo/Informação	3.1. Identificar o idioma principal da página. 3.2. Informar mudança de idioma no conteúdo. 3.3. Oferecer um título descritivo e informativo à página. 3.4. Informar o usuário sobre sua localização na página. 3.5. Descrever links clara e sucintamente. 3.6. Fornecer alternativa em texto para as imagens do site. 3.7. Utilizar mapas de imagem de forma acessível. 3.8. Disponibilizar documentos em formatos acessíveis. 3.9. Em tabelas, utilizar títulos e resumos de forma apropriada. 3.10. Associar células de dados às células de cabeçalho. 3.11. Garantir a leitura e compreensão das informações. 3.12. Explicar siglas, abreviaturas e palavras incomuns.
4. Apresentação/Design	4.1. Valor de contraste mínimo entre plano de fundo e primeiro plano. 4.2. Não utilizar apenas cor ou outras características sensoriais para diferenciar elementos. 4.3. Permitir redimensionamento sem perda de funcionalidade. 4.4. Que o elemento com foco seja visualmente evidente.
5. Multimídia	5.1. Fornecer alternativa para vídeo. 5.2. Fornecer alternativa para áudio. 5.3. Oferecer audiodescrição para vídeo pré-gravado. 5.4. Fornecer controle de áudio para som. 5.5. Fornecer controle de animação.
6. Formulário	6.1. Alternativa em texto para os botões de imagem de formulários. 6.2. Associar etiquetas aos seus campos. 6.3. Estabelecer uma ordem lógica de navegação. 6.4. Não provocar automaticamente alteração no contexto. 6.5. Fornecer instruções para entrada de dados. 6.6. Identificar e descrever erros de entrada de dados e confirmar o envio das informações. 6.7. Agrupar campos de formulário. 6.8. Usar estratégias de segurança específicas ao invés de <i>CAPTCHA</i> .

Fonte: Adaptado de (WAI, 2023)

- **Página com a descrição dos recursos de acessibilidade:** deve conter um *link* para uma página contendo os atalhos de navegação, opções de alto contraste, dentre outras ferramentas de acessibilidade.

O eMAG contribui para a criação de *sites Web* acessíveis que podem ser construídos por qualquer usuário, pois ao seguir as recomendações é possível desenvolver um *site Web* que atenda as necessidades do público que possui alguma deficiência (BRASIL, 2014).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo são apresentados os trabalhos que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa, e também apresenta as semelhanças e diferenças destes trabalhos com a pesquisa realizada neste trabalho.

3.1 *Software Accessibility for Visually Impaired People: a systematic mapping study*

No trabalho de Silveira *et al.* (2018) é apresentado um estudo de um mapeamento sistemático que buscou identificar os atributos e medidas de acessibilidade de *software* na literatura técnica para pessoas com deficiência visual de forma que foi possível consolidar o conhecimento a respeito e identificar possíveis oportunidades de pesquisa. Os autores ressaltam que dada a abrangência do tema, tornou-se necessário refinar o escopo e concentrar o estudo na deficiência visual, pois possui mais conhecimento acumulado e sendo a mais frequente entre pessoas com algum tipo de deficiência.

Deste modo, o objetivo principal do trabalho foi analisar a acessibilidade de *software* para deficientes visuais com o propósito de caracterizar em relação à atributos ou medidas para acessibilidade do ponto de vista dos pesquisadores em Engenharia de *Software* o contexto de projetos e produtos de *software* descritos na literatura técnica.

O protocolo que foi utilizado na pesquisa foi a utilização de questões de pesquisa para obter informações como *gaps* de pesquisa sobre medição de acessibilidade, localizando onde a pesquisa de medição de acessibilidade de *software* pode ser encontrada, os alvos para trabalhos futuros; tendências de pesquisa ao longo do tempo e a identificação do quão fortes são as evidências retratadas nos artigos analisados, a seguir são detalhados os passos para a seleção e a classificação dos trabalhos.

Neste trabalho o mapeamento sistemático utilizou uma *string* de busca para a identificação dos artigos em máquinas de busca, foi organizada e estruturada de acordo com a abordagem PICO, conforme o estudo (PAI *et al.*, 2004), a questão de pesquisa do estudo deve ser realizado em quatro etapas: População de interesse, Intervenção sendo avaliada, Comparação da intervenção (se houver) e Outcome (saída esperada), e a etapa de “Comparação” porém em casos que não há um elemento a ser comparado esta etapa não foi considerada pelos autores.

O escopo de busca realizado pela *string* foi restrito ao título, *abstract* e palavras-chave dos artigos indexados nas bibliotecas digitais (*Scopus*, *Engineering Village (EV)*, *Web of*

Science (WoS) e *IEEE Xplore*), obedecendo critérios de inclusão e exclusão descritos no trabalho e por fim revisados pelos autores para votar se o artigo seria incluído ou não para leitura completa. Os artigos selecionados nesta etapa foram novamente avaliados realizando a leitura completa, ao todo foram escolhidos sete artigos e destes os autores realizaram a extração dos dados relevantes às questões de pesquisa com o apoio de um formulário de extração.

Ao todo foram identificados 14 atributos e 24 medidas de acessibilidade de *software* em sete artigos diferentes. Porém, os autores relatam que alguns dos atributos de acessibilidade identificados possuem características subjetivas, levando a medidas imprecisas, e dentre as medidas identificadas, a maioria refere-se a recursos de páginas *Web*.

A relação do trabalho proposto com o trabalho realizado por Silveira *et al.* (2018) é que ambos escolheram utilizar uma RSLs com o foco da pesquisa para trabalhos voltados a usuários com deficiência visual e utilizaram um formulário de extração para a coleta das informações. Entretanto, a principal diferença entre os trabalhos é que foi identificado outros recursos além de medidas e métricas de avaliação, observando que na literatura técnica existem muitos trabalhos de acessibilidade que apresentam outras informações relevantes a serem coletadas.

3.2 *Accessibility engineering in web evaluation process: a systematic literature review*

Neste trabalho, Ara *et al.* (2023) ressalta que nos últimos anos diversos aspectos têm motivado os pesquisadores a realizarem estudos sobre acessibilidade, tais como o aumento da disponibilidade da *Web* para múltiplos fins, a representação do conteúdo, o surgimento de novas plataformas e tecnologias. Desta forma o autor ressalta que a desconsideração das questões de acessibilidade durante o desenvolvimento de conteúdos para a *Web* pode causar violações das diretrizes de acessibilidade e consequentemente ferir os direitos básicos das pessoas com deficiência.

O objetivo do trabalho foi investigar como o processo de avaliação da *Web* poderia ser melhorado com a inclusão de questões de acessibilidade já no processo de engenharia do produto, assim seria possível obter uma solução inclusiva e acessível, com o propósito de melhorar a experiência e aumentar a satisfação dos usuários.

O artigo apresentou uma nova abordagem de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) em relação à acessibilidade *Web* e definiram como metodologia de criação da RSL a divisão de três principais sub-atividades relacionadas. O primeiro passo foi o desenvolvimento das questões de pesquisa que buscaram entender quais foram os métodos, técnicas, processos e abordagens

disponíveis para apoiar a avaliação da acessibilidade *Web*, assim foi observado quais são os ativos atuais de engenharia de *software* para apoiar a avaliação de uma *Web* acessível.

Após isso, definiram um conjunto de palavras-chave de acordo com as questões de pesquisa relacionadas à acessibilidade em diferentes bases de dados científicas populares que fornecem literatura e publicações científicas de qualidade (*Scopus, Web of Science, Science Direct, biblioteca digital ACM, Google Scholar, IEEE Xplore e PubMed*). No total foram encontrados 157 artigos no período de 2010 a novembro de 2021 e após a análise dos critérios de inclusão e exclusão, 59 artigos foram excluídos por triagem primária e foram considerados os 98 artigos restantes.

Neste trabalho os autores encontram requisitos, desafios, técnicas de engenharia, ontologia, *frameworks, API*, algoritmos e ferramentas de teste para diferentes níveis de satisfação associados às deficiências, tendo foco especialmente para a deficiência visual, e destacando a lacuna de pesquisa em relação a outras deficiências. Assim, nesse estudo os pesquisadores fornecem aos desenvolvedores e *web designs* uma visão atualizada de processos, métodos, técnicas, ferramentas e outros aspectos para contribuir com os processos de desenvolvimento acessíveis.

O trabalho proposto assemelha-se aos objetivos de Ara *et al.* (2023) no foco da pesquisa, ambos realizam trabalhos voltados a usuários com deficiência visual, escolhendo o mesmo formato de RSL, e utilizando uma metodologia semelhante. A principal diferença é que o trabalho proposto inclui todos os artigos localizados pela *string* de busca e não somente trabalhos de RSL, neste trabalho atualizamos o período analisado, realizando uma busca de 2009 a 2023 com objetivo de dar uma visão atualizada de como está o tratamento da acessibilidade em sistemas *Web*.

3.3 Evaluating the accessibility of higher education institution websites in the State of Kuwait: empirical evidence

No trabalho de AlMeraj *et al.* (2021) é ressaltado que pessoas com deficiência precisam ser capazes de realizar pesquisas na *Web* pelas instituições de ensino, sendo este um direito humano básico. Para objeto do estudo foi avaliado as buscas pelo *website* das instituições de ensino superior do estado do Kuwait, o trabalho avaliou a situação atual da acessibilidade dos sites dessas instituições e assim traçou um plano para melhorá-las.

O objetivo deste estudo foi a realização da avaliação do estado atual da acessibilidade

dos *sites* das instituições de ensino superior, utilizando uma abordagem quantitativa, avaliando os *sites* em relação a sua conformidade com os padrões estabelecidos pela WCAG 2.0. Foram avaliadas 41 homepages de ensino superior e *landing pages* de faculdades, as seguintes ferramentas e métricas de conformidade de *software* foram utilizadas: *AChecker*, *Total Validator*, *WAVE* e *HTML/CSS/ARIA*.

A avaliação foi seguida de uma análise sistemática dos resultados junto a uma comparação de outras avaliações de acessibilidade. O estudo resultou em um conjunto de recomendações para a melhoria da acessibilidade dos *websites* do ensino superior. Os autores concluíram em sua análise que a conformidade com a acessibilidade não foi considerada na etapa de criação dos *websites*, mesmo que algumas das páginas tenham passado nos testes de conformidade. Os autores ressaltam que independentemente da complexidade do sistema a acessibilidade deve ser considerada pois é uma parte essencial do ciclo de desenvolvimento dos *websites*.

Combinando os resultados de todas as ferramentas utilizadas na avaliação, as evidências do trabalho apontaram um nível relativamente baixo de conformidade com os padrões e diretrizes de acessibilidade *Web*. Portanto, as instituições de ensino devem desenvolver e aplicar políticas e leis com o objetivo de aumentar a conscientização sobre as normas da WCAG entre gestores e desenvolvedores web e buscar reparar os erros encontrados, além de incluir funcionalidades de acessibilidade para atender ao público de usuários com deficiência.

O presente trabalho e o escrito por AlMeraj *et al.* (2021) propõe a criação de um guia de recomendações formado pelas informações extraídas ou resultantes de sua pesquisa. Suas diferenças são notadas na questão metodológica pois enquanto um se concentra em avaliar os *sites* das instituições de ensino a partir de um conjunto de ferramentas e métricas automatizadas, o trabalho proposto buscou realizar um MSL a fim de encontrar técnicas, métodos, métricas e ferramentas utilizadas na avaliação de acessibilidade de sistemas *Web*.

3.4 Análise Comparativa

Esta seção apresenta as principais características encontradas, mostrando uma análise comparativa entre os trabalhos apresentados neste capítulo e a solução proposta neste trabalho. O Quadro 3 apresenta um resumo desta análise, destacando os critérios de comparação:

- a) **Estudo Sistemático da Literatura:** Realizam uma análise das informações extraídas por meio da busca de trabalhos em bases científicas, podendo ser MSL

- e RSL.
- b) **Métodos de avaliação de acessibilidade:** Identificam métodos que podem ser utilizados na avaliação de sistemas *Web*.
 - c) **Métricas de avaliação de acessibilidade:** Identificam métricas para quantificar o nível de acessibilidade de um sistema *Web*.
 - d) **Ferramentas de avaliação de acessibilidade:** Demonstra os resultados do uso de ferramentas na avaliação de sistemas *Web*.
 - e) **Recomendações:** Reúne as informações extraídas em um conjunto de recomendações para o uso de cada recurso nos sistemas.

Quadro 3 – Análise comparativa dos trabalhos relacionados e este trabalho.

Crítérios	Silveira et al. (2018)	Ara et al. (2018)	Almeraj et al. (2021)	Este trabalho
Realiza um estudo sistemático da literatura	MSL	RSL	Não	Sim
Aborda técnicas de avaliação de acessibilidade	Não	Sim	Não	Sim
Aborda métodos de avaliação de acessibilidade	Não	Sim	Não	Sim
Aborda métricas de avaliação de acessibilidade	Sim	Não	Sim	Sim
Aborda ferramentas de avaliação de acessibilidade	Não	Sim	Sim	Sim
Apresenta recomendações	Não	Não	Sim	Sim

Fonte: Criado pela autora.

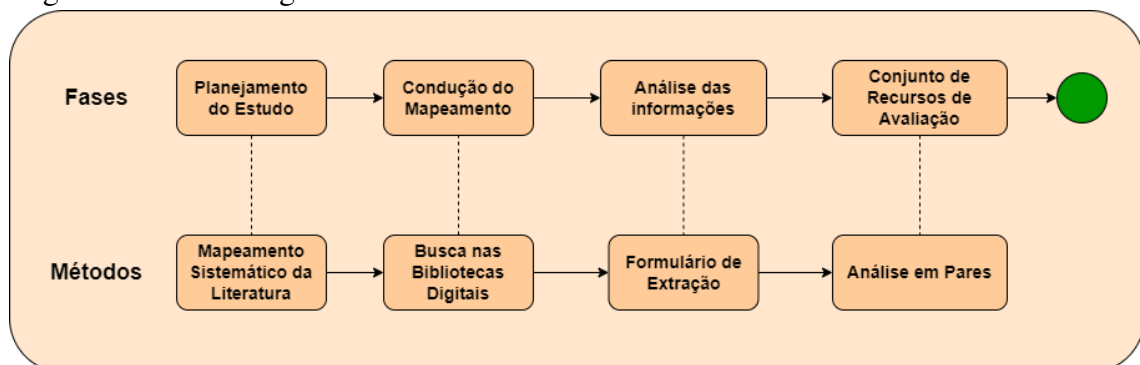
Apresentamos as principais características encontradas nos trabalhos relacionados com o trabalho proposto. Desta forma, visamos complementar os trabalhos citados, as informações analisadas, como melhor aplicar e avaliar a acessibilidade em seus projetos.

4 METODOLOGIA

De acordo com (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007) um MSL é um tipo de revisão sistemática que se aplica quando se tem um escopo mais abrangente e se quer reunir, através de questões de pesquisas levantadas, o máximo possível de informação disponível sobre uma determinada área do conhecimento ou tópico em específico. Dessa forma podemos fornecer uma visão geral das áreas de pesquisa e identificar a quantidade de estudos, as contribuições de pesquisa e os resultados obtidos nessa área.

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos deste trabalho, nas seções a seguir serão descritas as etapas de desenvolvimento. Na Seção 4.1, é apresentado o planejamento do estudo, na Seção 4.2, apresenta-se a condução do mapeamento sistemático, na Seção 4.3, é realizada a análise das informações extraídas, a Seção 4.4, reúne um conjunto de recursos de avaliação de acessibilidade. A Figura 2 demonstra graficamente essas atividades.

Figura 2 – Metodologia



Fonte: Elaborado pela autora

4.1 Planejamento do mapeamento sistemático

O objetivo deste MSL é a identificação de trabalhos que apresentem pesquisas relacionadas nas áreas de acessibilidade de sistemas *Web* que são voltadas ao público de pessoas com deficiência visual.

Para este estudo, a questão de pesquisa principal foi definida, sendo "O que tem sido utilizado para avaliar a acessibilidade de sistemas *Web* para o público de usuários com deficiência visual?". Após a definição da questão geral da pesquisa, as subquestões de pesquisa (SQs) são exemplificadas no quadro 4.

Este estudo utilizou uma *string* de busca para identificação dos artigos em bibliotecas,

Quadro 4 – Sub questões da pesquisa

ID	Sub questões	Justificativa
SQ1	Como a avaliação para a acessibilidade de sistemas <i>Web</i> são discutidas na literatura?	Permitindo uma visão abrangente das discussões e abordagens existentes, oferecendo <i>insights</i> sobre as práticas atuais e possíveis lacunas no campo da avaliação da acessibilidade em sistemas <i>Web</i> .
SQ2	Quais técnicas, métodos ou ferramentas são comumente empregados na avaliação ou teste da acessibilidade de sistemas <i>Web</i> ?	Proporcionar um conjunto de recursos disponíveis para avaliar a acessibilidade, possibilitando a comparação de abordagens e a seleção dos mais adequados.
SQ3	Quais são as características específicas de acessibilidade discutidas em relação às necessidades das pessoas com deficiência visual em sistemas <i>Web</i> ?	Proporcionar uma compreensão mais detalhada das demandas e requisitos específicos para aprimorar a experiência de uso e a acessibilidade em sistemas <i>Web</i> .

Fonte: Criado pela autora.

a *string* foi organizada e estruturada com o intuito de mapear estudos sistemáticos da literatura (sejam eles revisões ou mapeamentos), artigos que abordam métodos e/ou métricas de avaliação de acessibilidade na *Web*, artigos sobre melhoria na qualidade de *software*, aplicação de diretrizes de acessibilidade, e inclusão do público de pessoas com deficiência visual dentre outros estudos que foram incluídos pelas palavras-chave.

Para formalizar esse trabalho buscamos referências na literatura que utilizam as seguintes palavras chaves e sinônimos destas, com isso formamos a seguinte string de busca:

((*“software accessibility” OR “web accessibility” OR “usability of web” OR “web-site usability” OR “accessibility of web” OR “adaptability of web sites”*) AND (*“visually handicapped” OR “visually impaired” OR “blind” OR “visual disability” OR “low vision”*) AND (*“attribute” OR “property” OR “metric” OR “measure” OR “measurement” OR “evaluation” OR “assessment”*)).

O protocolo de revisão deste estudo escolhe cinco bibliotecas digitais, são elas: a *IEEEExplore*, *ScienceDirect*, *Springer*, e *ACM Digital Library*. Dentre estas a biblioteca *ScienceDirect* utiliza um método de busca reduzido, que conseqüentemente diminuiu a quantidade de palavras chave, e portanto foi necessário fazer um ajuste para que a *string* fosse aplicada nessa biblioteca, portanto a *string* utilizada na *ScienceDirect* foi:

((*“web accessibility”OR “usability”*) AND (*“visually impaired”OR “blind”OR “visual disability”*) AND (*“metric”OR “measure”OR “evaluation”OR “assessment”*)).

4.2 Condução do Mapeamento Sistemático

A ferramenta Parsifal foi usada para apoiar o MSL, o Parsifal é uma ferramenta robusta construída com base nos trabalho proposto por (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007) possuindo as seguintes fases: identificar, planejar, conduzir, extrair dados, avaliar e interpretar estudos primários ou mesmo secundários disponíveis em bases científicas a fim de responder questões de pesquisa sobre um determinado tópico ou área temática de pesquisa.

Foram definidos critérios para nortear a seleção dos artigos, visando eliminar trabalhos que não atendiam aos objetivos dos critérios de **inclusão e exclusão** que são listados a seguir:

Inclusão: Artigo aborda técnicas, métodos ou ferramentas para avaliação ou teste da acessibilidade de sistemas *Web*; Artigo apresenta medidas de avaliação para a acessibilidade de sistemas *Web*; e Artigo discute características específicas de acessibilidade para pessoas com deficiência visual.

Exclusão: Artigos de teses de doutorado ou dissertações de mestrado; Duplicado ou que repetem informação já coberta em outros artigos; Estudo voltado a dispositivos móveis, a menos que também aborda a acessibilidade *Web*; Artigos com até três páginas, pois podem não conter informações substanciais; Artigos que não passaram por revisão por pares ou que não são considerados de natureza científica; Artigos que não atendem nenhum dos critérios de inclusão previamente mencionados; Artigos disponíveis apenas com pagamento ou que não permitem o *download* ou Utilizam linguagem diferente do inglês/português.

Para conduzir o estudo foram definidas três etapas de seleção, dois filtros de seleção e a extração dos dados. O 1º filtro exigiu a leitura de título, *abstract* e palavras chave, após isso os estudo passaram pelo 2º filtro que exigiu a leitura completa do trabalho de acordo os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, também foi verificado se o trabalho atende a principal questão de pesquisa e com as sub questões descritas no Quadro 4. A 3º etapa foi com a realização de uma análise dos dados extraídos e realizada a categorização das informações encontradas sejam elas ferramentas, técnicas, métodos, métricas, padrões de implementação, a fim de reunir o maior número de informações possíveis de forma organizada, nesse processo as contribuições serão analisadas e agrupadas de acordo com seu tipo.

4.3 Definição das contribuições

Com a extração das contribuições obtidas em cada trabalho e seus exemplos, foi elaborado um conjunto de recursos com todas as informações que foram obtidas durante o mapeamento sistemático como técnicas, métodos, métricas e ferramentas utilizadas na avaliação de acessibilidade de sistemas Web.

Foi utilizado um formulário de extração, que de acordo com (KEELE *et al.*, 2007), deve ser projetado para coletar todas as informações necessárias para abordar as questões de revisão e os critérios de qualidade do estudo. Neste trabalho, o formulário utilizado para extração de dados organizou as informações da seguinte forma: a) Título do artigo; b) Autor do artigo; c) Ano de publicação; d) Biblioteca; e) Palavras-chave; f) Tipo de contribuição e o g) Conteúdo da contribuição, conforme exibido no quadro 5.

Quadro 5 – Formulário de extração de dados do conjunto final de artigos

Informação extraída	Descrição
Título do artigo	O título do artigo
Autor do artigo	O nome do autor.
Ano de publicação	O ano que foi publicado.
Biblioteca	Biblioteca que foi publicado.
Palavras-chave	Resumem as principais informações do artigo.
Tipo de contribuição	O tipo de contribuição extraída de cada artigo
Conteúdo da contribuição	O conteúdo textual da contribuição de cada artigo.

Fonte: Criado pela autora.

4.4 Elaboração de um conjunto de recursos de avaliação de acessibilidade para Web

A partir da análise, foram selecionados os estudos mais relevantes e destes estudos foi realizada a extração das informações que contribuiriam para a pesquisa, utilizando o formulário citado anteriormente. As informações foram analisadas visando entender o tipo de contribuição dada e o contexto de uso de cada recurso. Em casos em que a informação não esteja bem explicada faremos uma análise desses trechos, e se necessário serão reescritos, e na etapa de normalização faremos uma junção das informações que se repetiram em diferentes trabalhos, para que apareçam somente uma vez na versão final.

Após a análise das informações este trabalho passou por uma avaliação em pares, juntamente com um usuário especialista onde foi analisada sua coerência e contribuição para a pesquisa. Este conjunto de recursos será considerado mais completo, visto que reunirá os dados

dos artigos disponíveis na literatura no período de 2009 a 2023 recolhendo recursos de avaliação de sistemas, envolvendo usuários com deficiência visual, assim estará unindo as recomendações propostas por diferentes trabalhos.

4.5 Resultados

A aplicação da *string* nas bibliotecas foi realizada no dia 20/02/2023 onde foram encontrados 1245 trabalhos, destes 77 eram da *IEEEExplore*, 123 eram da *ScienceDirect*, 446 eram da *Springer*, e 599 eram da ACM. Todos os trabalhos foram registrados e organizados na ferramenta Parsifal utilizada para apoiar o gerenciamento de dados das etapas. O quadro 5 permite visualizar a divisão de artigos por base científica.

Quadro 6 – Quantidade total de artigos encontrados por biblioteca

Biblioteca	Link	Quantidade total encontrada
IEEEExplore	http://ieeexplore.ieee.org	77
ScienceDirect	http://www.sciencedirect.com	123
Springer	http://link.springer.com	446
ACM	http://portal.acm.org	599
Total		1245

Fonte: Criado pela autora.

Ao iniciar o estudo removemos todas as publicações duplicadas, foram removidos 13 artigos da lista, considerando que o mesmo trabalho pode ser publicado em diferentes bibliotecas. Em seguida iniciamos com o primeiro filtro, foram utilizados os critérios de seleção com a revisão dos títulos, *abstract* e palavras-chave. Nessa etapa, foram excluídos 1149 artigos e incluídos 83 que atendiam aos critérios estabelecidos.

Quadro 7 – Quantidade de artigos no primeiro filtro por biblioteca

Biblioteca de pesquisa	Quantidade aceita	Quantidade excluída	Duplicados	Soma
IEEEExplore	10	66	1	77
ScienceDirect	9	105	9	123
Springer	25	421		446
ACM	39	557	3	599
Total	83	1149	13	1245

Fonte: Criado pela autora.

No segundo filtro os artigos foram novamente avaliados de acordo com os critérios de seleção definidos. Nosso objetivo foi excluir estudos irrelevantes, para então responder às questões de pesquisa definidas anteriormente. Nesta etapa foi realizada a leitura completa dos 83

trabalhos, identificando informações pertinentes para o trabalho. Nessa fase, foram excluídos 28 artigos e permaneceram 52 artigos que se alinhavam aos objetivos do estudo.

Quadro 8 – Quantidade de artigos no segundo filtro por biblioteca

Biblioteca de pesquisa	Quantidade aceita	Quantidade excluída	Soma
IEEEExplore	6	4	10
ScienceDirect	6	3	9
Springer	19	6	25
ACM	24	15	39
Total	52	31	83

Fonte: Criado pela autora.

Na terceira etapa, já com a quantidade de publicações reduzida, contendo apenas estudos relevantes ao tema do trabalho, cada publicação foi explorada individualmente, e esta abordagem permitiu a garantia de que seu conteúdo apresenta informações pertinentes para o MSL, nessa etapa 52 artigos foram lidos totalmente e foi realizada a extração de informações de cada trabalho.

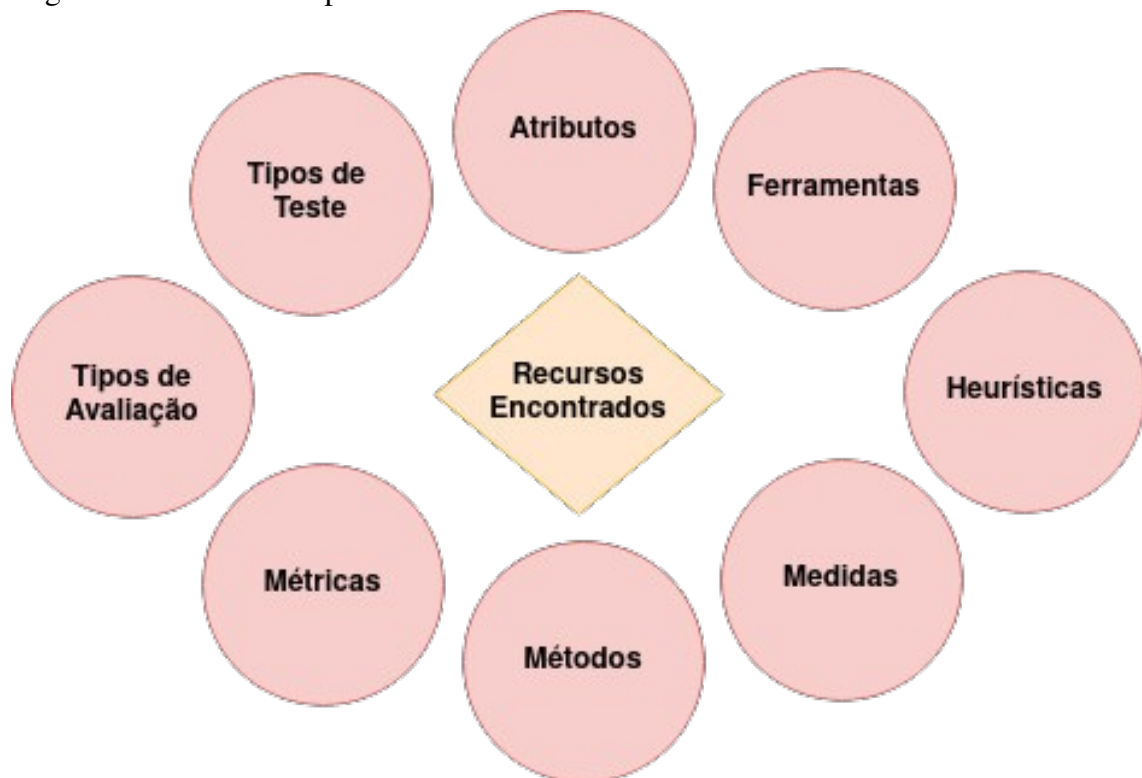
5 ANÁLISE

5.1 Conjunto de recursos para avaliação de acessibilidade na Web

Na literatura técnica existem vários estudos que podem ser utilizados para entender como realizar a avaliação da acessibilidade *Web*, com a intenção de elaborar e adaptar os métodos de avaliação para melhorar os processos de desenvolvimento de sistemas *Web*. Cada recurso segue uma maneira de realizar a avaliação dependendo do objetivo definido para a avaliação, que pode ser realizada durante diferentes fases do sistema, seja no desenvolvimento ou após a sua finalização. Neste trabalho foram catalogados os principais recursos de avaliação de acessibilidade encontrados na literatura técnica, onde foi possível reunir as informações a fim de auxiliar o avaliador na escolha do(s) recurso(s) mais adequado(s) em cada caso.

Ao realizar a análise dos trabalhos aprovados nas etapas de filtragem foi identificado um conjunto valioso de recursos destinados a avaliar a acessibilidade de sistemas para usuários com deficiência visual, os principais tipos de contribuições podem ser classificados em Atributos, Ferramentas, Heurísticas, Medidas, Métodos, Métricas, Tipos de Avaliação e Tipos de Teste presentes nas diversas fontes consultadas e serão explicados com detalhes a seguir.

Figura 3 – Recursos Mapeados na MSL



Fonte: Elaborado pela autora

5.1.1 Atributos

De acordo com (MONTAGUD *et al.*, 2012) um atributo de qualidade é uma propriedade física ou abstrata mensurável de um artefato produzido durante o desenvolvimento de produtos. A maioria dos atributos possui medidas que ajudam a verificar se estão sendo atendidos, por exemplo, o atributo Presença de Textos Alternativos (equivalentes textuais) refere-se às tags "*alt*", que oferecem informações alternativas para imagens. Essas *tags* são essenciais para garantir que, em situações como carregamento lento ou para usuários que dependem de leitores de tela, o conteúdo da imagem seja descrito (SILVEIRA *et al.*, 2018).

5.1.2 Medidas

De acordo com (SILVEIRA *et al.*, 2018) medidas representam um conjunto estruturado de parâmetros que possibilitam uma avaliação objetiva dos atributos de qualidade em um produto. Permite quantificar e comparar a presença ou ausência de tais atributos, permitindo uma análise detalhada sobre como cada um deles se manifesta. No Quadro 9 são exemplificados os atributos e medidas para deficientes visuais mapeados na literatura técnica.

Dois dos trabalhos analisados apresentaram atributos e medidas de acessibilidade, no trabalho de (SILVEIRA *et al.*, 2018) apresentou um estudo de mapeamento sistemático e identificou quatorze diferentes atributos relacionados a vinte e quatro medidas de acessibilidade para este público. Já o trabalho (YOUNGBLOOD *et al.*, 2021) utilizou testes manuais para complementar os testes automatizados, onde foi conduzida uma avaliação manual de algumas das áreas críticas que as ferramentas automatizadas apresentaram problemas para verificar identificou e mais três atributos.

O trabalho de (YOUNGBLOOD *et al.*, 2021) explica que os atributos "*alt*" são considerados inúteis se estivessem ausentes, ao marcar incorretamente a *tag alt* como *alt= vazio* ou contendo nomes de arquivos completos ou parciais, como *alt="logo.jpg"* ou *alt="image343.png"*, o uso descrições vagas como *alt="imagem"* ou *alt="logotipo"* prejudica o acesso ao conteúdo por usuários com deficiência. Pretendemos enfatizar o uso do mecanismo proposto pelo atributo para avaliar o percentual de textos alternativos encontrados em relação às imagens apresentadas e determinar a acessibilidade de uma página *Web* em relação a imagens acessíveis, garantindo assim o acesso ao conteúdo por pessoas com deficiência visual.

O uso de Atributos e Medidas ainda é pouco utilizado, como podemos observar neste

Quadro 9 – Atributos e Medidas para deficientes visuais identificados nos estudos.

	Atributo	Medida	ID do estudo
1	Afeto	Não foi citada medida.	S28
2	Audibilidade	Existência de equivalentes textuais, Texto redundante e Caracteres separados por espaços.	S28
3	Controle	Não foi citada medida.	S28
4	Disponibilidade de atalhos	Não foi citada medida.	S28
5	Eficiência	Não foi citada medida.	S28
6	Entendimento/ Capacidade de Aprendizado	Grau de entendimento, Número de violações do princípio do entendimento para cada tarefa.	S28
7	Facilidade de operação	Grau de operabilidade relacionado ao uso do: Teclado, Tempo para execução, Complexidade de navegação, Existência de âncoras, Quantidade de violações ao princípio de operabilidade em cada tarefa.	S28
8	Navegabilidade	Tempo de alcance, Existência de cabeçalhos ou links para o conteúdo principal, Taxa de links acessíveis na página, Proporção de tags de cabeçalho, links de salto de navegação, Estrutura de tags FORM e tags TABLE.	S28
9	Percepção	Grau de percepção do conteúdo, Quantidade de violações ao princípio da percepção em cada tarefa.	S28
10	Presença de Textos Alternativos	Percentual de textos alternativos encontrados.	S28 e S42
11	Produtividade do Usuário	Tempo de execução de cada tarefa.	S28
12	Presença de Rótulos de Formulário Úteis	Percentual de rótulos de formulários úteis.	S42
13	Redundância de imagens	Percentual de imagens redundantes.	S28
14	Satisfação do Usuário	Grau de satisfação.	S28
15	Saltar para o Conteúdo	Presença de links para pular para o conteúdo.	S42
16	Utilidade dos Links	Utilidade dos Links de Texto.	S28 e S42

Fonte: Adaptado de (SILVEIRA *et al.*, 2018) e (YOUNGBLOOD *et al.*, 2021)

trabalho apenas dois artigos deram ênfase na busca de atributos e medidas, porém a identificação e definição desses atributos e suas respectivas medidas pode trazer resultados significativos não somente a pesquisadores, mas especialmente a usuários com deficiência visual.

5.1.3 Ferramentas

O MSL retornou 22 ferramentas automáticas distintas utilizadas para realizar avaliações em sistemas web. Alguns artigos utilizaram mais de um recurso, seja este método, técnica, ferramenta e/ou tipos de avaliação para determinar a acessibilidade dos sistemas, é importante ressaltar que essas ferramentas sozinhas podem não identificar todos os problemas de um sistema. No Quadro 10 são exibidas as ferramentas automáticas mapeadas na literatura técnica e os respectivos estudos que citam seu uso.

As ferramentas automáticas realizam verificações automáticas em relação a diretrizes e padrões de acessibilidade em sistemas web, são úteis para uma verificação rápida e identi-

Quadro 10 – Tipos de Ferramentas Automaticas identificados nos estudos

ID	Ferramenta	ID do estudo
1	ACcessMonitor	S18 e S19
2	AChecker	S12, S14, S16, S18, S25, S29, S30, S31, S41, S42, S43, S49, e S51
3	ASESWeb	S36
4	CynthiaSays	S18
5	Deque	S16
6	Examinator	S29 e S30
7	Fujitsu	S3
8	HERA-FFX	S1
9	HTML/CSS/ARIA	S43
10	MAUVE++	S31
11	QualWeb	S13 e S17
12	Siteimprove Accessibility Checker	S47 e S50
13	SortSite	S16 e S31
14	TAW (Teste de Accesibilidade Web)	S8, S16, S18, S24, S29, S30, S41, S45, S46 e S51
15	Tenon	S31 e S41
16	TVT (Total Validator Test)	S38
17	W3C CSS	S30
18	W3C Markup	S30
19	WaaT7	S17
20	WatchFire Bobby Software (descontinuado)	S6
21	WAVE	S5, S24, S31, S32, S40, S41, S43, S46, S47,
22	Web Accessibility Checker	S17

Fonte: Criado pela autora.

ficação de áreas que necessitam de atenção para garantir a acessibilidade a todos os usuários, especialmente aqueles com deficiências.

5.1.4 Heurísticas

As Heurísticas de Nielsen são um conjunto renomado de diretrizes utilizadas para avaliar a usabilidade, essas heurísticas fornecem um conjunto de princípios fundamentais para identificar problemas de usabilidade em sistemas de *software*. No Quadro 11 são exemplificadas as heurísticas e medidas ou métricas mapeadas na literatura técnica.

O uso de heurísticas é um método frequentemente conduzido por especialistas, os quais aplicam um conjunto de diretrizes pré definidas permitem avaliar a usabilidade de um sistema de *software* e são amplamente utilizadas para identificar áreas de melhoria no *design* de

interfaces e experiências do usuário, o processo consiste nos especialistas examinarem o sistema em busca de violações dessas heurísticas e destacam as áreas que necessitem de revisão.

Quadro 11 – Heurísticas e medidas/métricas para deficientes visuais identificados nos estudos.

	Heurísticas	Fonte
1	Presença de fala	S39
2	Linguagem informativa	S39
3	Alterações visuais pouco frequentes	S39
4	Conteúdo visual simples	S39
5	Descrição dos objetos visuais	S39
6	Descrição do texto na tela	S39
7	Poucas referências visuais.	S39

Fonte: Criado pela autora.

O trabalho de (AQLE *et al.*, 2020) utilizou as heurísticas de Nielsen para avaliar um mecanismo de pesquisa interativo chamado *InteractSE* que é uma interface de busca do *Google* voltada para usuários com deficiência visual que visa minimizar o texto de apresentação dos resultados da busca que precisa ser lido pelo leitor de tela.

Já o trabalho de (LIU *et al.*, 2021) realizou um estudo do que torna os vídeos acessíveis para usuários cegos e com deficiência visual, visto que, os usuário entrevistados no estudo informaram que a busca por vídeos acessíveis era realizada por uma abordagem demorada via tentativa e erro, além disso, os usuários com deficiência também relataram alguns métodos utilizados para caracterizar vídeos acessíveis e inacessíveis. Com esses dados e com base nas demais descobertas do estudo, os autores formularam 7 heurísticas e 7 métricas correspondentes para medir a acessibilidade de vídeos.

O uso de heurísticas é recomendado para realizar avaliações rápidas de um sistema, podem ser usadas nas etapas de avaliação inicial: no início do processo de *design* ou desenvolvimento para identificar problemas na usabilidade e/ou solução imediata de problema, pode ser utilizada na avaliação de *interfaces* existentes: podendo identificar possíveis melhorias e/ou correções, também é indicado o uso como complemento de outros métodos de avaliação para complementar os resultados.

5.1.5 Métodos

Métodos de avaliação referem-se a técnicas, estratégias e procedimentos que podem ser usados para examinar e verificar a qualidade, eficácia de um determinado sistema, produto ou serviço. Os métodos podem variar em diferentes abordagens sejam elas manuais ou

automatizadas. No Quadro 12 são exemplificados os métodos mapeados na literatura.

Quadro 12 – Métodos de avaliação identificados nos estudos.

ID	Método de Avaliação	Fonte
1	Substituição de classe CSS/ SCSS	48
2	Substituição de extensão baseada em MVC	48
3	Substituição de saída HTML	48
4	Verificação de entrada de dados	48
5	Aprendizado de máquina semissupervisionado de previsão ativa	22
6	Modificação do método heurístico de Barrier Walkthrough	30
7	Avaliação manual através de tecnologia assistiva com usuários e especialistas na área	52
8	Avaliação baseada em questionário para pessoas com deficiência visual através de diversas técnicas de análise de dados	52
9	Avaliação baseada em questionário para descobrir as estratégias de navegação de pessoas com visão subnormal que causam barreiras de acessibilidade	52
10	Sistema de avaliação automática para identificar o validador mais eficaz para testes de acessibilidade	52
11	Análise estatística de dados para validar a confiabilidade do resultado do questionário	52
12	Análise quantitativa de dados utilizando métodos de análise estatística	52
13	Crterios de avaliação manual para avaliação de acessibilidade de sites privados e governamentais australianos em relação aos padrões da DDA (Disabilities discrimination act)	52
14	Avaliação do usuário da ferramenta de plataformas de design online da Adobe com a ajuda da análise de dados em painel misto	52
15	Avaliação estatística para análise da qualidade dos websites	52

Fonte: Criado pela autora.

O trabalho (CSONTOS; HECKL, 2022) detalha que existem relativamente poucas soluções automatizadas para simplificar a correção de problemas, sugeriram quatro métodos para resolver problemas de acessibilidade em sites baseados em sistemas de gerenciamento de conteúdo, são estes:

- **Método de substituição de classe CSS/ SCSS** O objetivo é corrigir automaticamente os

códigos CSS/SCSS que não atendem aos requisitos das WCAG. São definidas restrições de formatação para cada elemento na página, substituindo as configurações inadequadas do usuário e garantindo a acessibilidade do *site*. Isso é possível devido à prioridade das regras CSS, restrições de formatação definidas para o elemento têm prioridade sobre as configurações do usuário. A vantagem desta solução é que se vários sites usarem a mesma estrutura (mesmos estilos CSS), então a regra de reparo poderá ser facilmente aplicada a todos esses *sites*.

- **Método de substituição de extensão baseada em *Model View Controller* (MVC):** Esse método aborda questões de acessibilidade, como descrições de função para elementos *Web*, correção de títulos ausentes ou desordenados, e aprimoramento de células de cabeçalho em tabelas, entre outros erros. O processo inicia com uma verificação do *site* por uma ferramenta automática, após isso é realizado um estudo do código fonte da seção com erro para identificar qual a extensão responsável pela formatação inadequada para acessibilidade.. Depois de identificar a extensão e sua versão, o arquivo original responsável pela renderização é copiado para a pasta adequada, esta chamada operação de instanciação pode ser executada automaticamente na administração do *Content Management System* (CMS). Após esta operação, os arquivos recém-criados devem ser modificados para corrigir os problemas de acessibilidade marcados pela ferramenta de verificação automática, depois que as correções necessárias forem concluídas, o verificador *online* deverá ser executado novamente para verificar a *interface* aprimorada, e processo deve ser repetido até que a página fique livre de erros.
- **Método de substituição de saída HTML:** Se o mecanismo de verificação detectar um problema de acessibilidade, ele será alterado imediatamente. Se um problema de vulnerabilidade for detectado ele poderá ser corrigido com uma extensão substituta sem modificar o conteúdo original de acordo com regras previamente definidas, para cada regra deve existir um par, o código-fonte defeituoso e o código-fonte apropriado. Expressões regulares também podem ser usadas para tornar flexível uma regra de substituição. O uso deste método pode melhorar quase todos os problemas de acessibilidade detectados, modificando o código-fonte do site.
- **Verificação de entrada de dados:** O objetivo é avisar durante a criação do conteúdo se este conteúdo utiliza uma formatação que não atenda adequadamente às recomendações WCAG. A utilização dos métodos descritos acima permite que os websites cumpram

as diretrizes WCAG e ajuda a melhorar a sua acessibilidade. . Nos atuais sistemas de gerenciamento de conteúdo, o conteúdo real é geralmente inserido usando os chamados editores *WYSIWYG*. Após iniciar o *plugin* dentre os exemplos citados no trabalho, ele pode detectar o erro quando o editor *WYSIWYG* for utilizado. Ele sugere uma solução para o erro e depois passa para o próximo erro. Os erros detectados são criados previamente (erros e suas regras correspondentes) e pode ser adicionados novos casos via código *JavaScript*.

O estudo de (ACOSTA-VARGAS *et al.*, 2019) utilizou uma modificação do método heurístico Barrier Walkthrough proposto por Giorgio Brajnik considerando as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo da *Web 2.1*. A modificação consistiu em incluir a persistência para determinar a gravidade de uma barreira de acessibilidade. O método foi aplicado em 40 sites, incluindo os de 30 universidades da América Latina, segundo o *ranking Webometrics*, e 10 sites entre os mais visitados, segundo o *ranking Alexa*. Este método compreende 10 fases, são elas: (1) selecionar o *site*, (2) selecionar o tipo de usuários, (3) identificar os objetivos e cenários dos usuários, (4) explorar mecanismos de interação, (5) listar as barreiras de acordo com os usuários, (6) aplicar a ferramenta *UX Check*, (7) avaliar o site com o método BW, (8) registrar os dados, (9) analisar os resultados e (10) sugerir recomendações. Este método permitiu medir a acessibilidade de websites e obter dados amostrais para análise.

O trabalho (ZHANG *et al.*, 2017) enfatiza o uso de inteligência artificial na avaliação de acessibilidade na *Web* e propõe um novo método para avaliar a acessibilidade dos *sites*, 1) é utilizado aprendizado de máquina semi supervisionado de previsão ativa. 2) A equipe de avaliadores seleciona as páginas ou *sites* mais informativas para serem avaliadas pela aprendizagem ativa. 3) Avalie as páginas selecionadas para obter seus correspondentes resultados de acessibilidade com o uso de ferramentas automáticas. 4) Usa as páginas avaliadas como dados de treinamento para obter modelos de previsão. 5) Por fim, são previstos por meio de aprendizado de máquina os resultados de acessibilidade das demais páginas.

Segundo o trabalho de (ARA *et al.*, 2023) é uma *Revisão Sistemática da Literatura* (RSL) que analisou diversos trabalhos e mapeou inúmeros métodos, aqui será destacado vários ativos de métodos de avaliação de acessibilidade, são eles: (1) Avaliação manual através de tecnologia assistiva com usuários e especialistas na área; (2) Avaliação baseada em questionário para pessoas com deficiência visual através de diversas técnicas de análise de dados; (3) Avaliação baseada em questionário para descobrir as estratégias de navegação de pessoas com visão subnormal que causam barreiras de acessibilidade; (4) Sistema de avaliação automática para

identificar o validador mais eficaz para testes de acessibilidade; (5) Análise estatística de dados para validar a confiabilidade do resultado do questionário; (6) Análise quantitativa de dados utilizando métodos de análise estatística; (7) Critérios de avaliação manual para avaliação de acessibilidade de *sites* privados e governamentais australianos em relação aos padrões da *Disabilities Discrimination Act* (DDA); (8) Avaliação do usuário da ferramenta de plataformas de *design online* da *Adobe* com a ajuda da análise de dados em painel misto; e é realizada a (9) Avaliação estatística para análise da qualidade dos *websites*.

Apesar dos exemplos citados, o número de artigos sobre métodos de desenvolvimento (desenvolvimento e implementação) de acessibilidade pode ser melhorado. Esta observação direciona a importância de dedicar esforços contínuos à realização de pesquisas futuras sobre requisitos de acessibilidade, desafios, direções de melhoria e métodos de desenvolvimento.

Diferentes métodos de melhoria de acessibilidade são propostos, mas a escolha de um método específico depende da combinação de alguns fatores que guiam a escolha do método de avaliação, são eles: 1) objetivos da avaliação: identificar problemas, validar o uso de padrões, analisar as necessidades dos usuários do sistema, 2) público-alvo: necessidades, habilidades e contexto de uso, e 3) necessidades do projeto, se mais complexos podem demandar métodos mais detalhados e abrangentes.

5.1.6 Métricas

Em geral, as métricas de avaliação podem ser descritas como a ferramenta de medição de legibilidade do conteúdo do site para tornar o conteúdo do site universalmente acessível. Métricas diferentes podem avaliar diferentes características do sistema de acordo com o seu próprio algoritmo de classificação. No Quadro 13 são exemplificadas as métricas para deficientes visuais mapeadas na literatura técnica e os respectivos estudos que utilizaram.

Já o trabalho de (VIGO; BRAJNIK, 2011) realizou um estudo empírico que avalia a validade e adequação das métricas, foi proposta uma estrutura para avaliar as métricas existentes. Mostramos os resultados que obtivemos quando aplicamos a sete métricas automáticas de acessibilidade existentes, o objetivo é que as métricas consigam abranger validade, confiabilidade, sensibilidade, adequação e complexidade no contexto de quatro cenários em que as métricas podem ser usadas. Sete métricas foram analisadas experimentalmente em 1.543 páginas, dentre as métricas avaliadas três delas apresentaram melhor comportamento, são elas:

- **Métrica Quantitativa de Acessibilidade da Web (WAQM)** analisa diversos parâmetros,

como a presença e correta implementação de elementos acessíveis, o uso de atributos corretos em imagens, a estruturação e semântica do código.

- **Métrica Medida da Página (PM)** examina fatores que afetam a acessibilidade da página, como a presença e a qualidade de textos alternativos em imagens, a legibilidade do conteúdo, a navegação e a compreensão do site por leitores de tela e tecnologias assistivas.
- **Métrica Barreiras de Acessibilidade da Web (WAB)** identifica os pontos específicos em que a página pode ser inacessível ou representar desafios para grupos de usuários com deficiências.

De acordo com (SONG *et al.*, 2017) a métrica WAEM pode combinar melhor os resultados da avaliação de acessibilidade com a experiência do usuário de pessoas com deficiência, alinhando a métrica de avaliação com a ordem parcial da experiência do usuário (PUEXO). Essa métrica leva em conta aspectos como a facilidade de navegação, a clareza e legibilidade do conteúdo, a eficácia de ferramentas de navegação e outros elementos que podem afetar a usabilidade para pessoas com deficiência.

De acordo com (LIU *et al.*, 2021) foram instanciadas 7 métricas quantitativas para avaliar a acessibilidade dos vídeos, são elas: 1) Porcentagem de duração sem fala, 2) Porcentagem de fala de baixa densidade lexical, 3) Taxa de mudanças de tiro, 4) Número de entidades visuais detectadas por minuto, 5) Porcentagem de entidades visuais que não estão na fala, 6) Número de texto detectado na tela que não está em fala por minuto, 7) Número de palavras de referência não resolvidas por minuto. Assim, a acessibilidade é considerada essencial aos vídeos que por meio de métricas de acessibilidade de vídeo permitem que pessoas cegas e com deficiência visual encontrem rapidamente vídeos de interesse.

Quadro 13 – Métricas identificados nos estudos.

	Métricas	Fonte
1	Barreiras de Acessibilidade da Web (WAB)	S9
2	Medida da Página (PM)	S9
3	Quantitativa de Acessibilidade da Web (WAQM)	S9
4	Web Accessibility Experience Metric (WAEM)	S23
5	Porcentagem de duração sem fala	S39
6	Porcentagem de fala de baixa densidade lexical	S39
7	Taxa de mudanças de tiro	S39
8	Número de entidades visuais detectadas por minuto	S39
9	Porcentagem de entidades visuais que não estão na fala	S39
10	Número de texto detectado na tela que não está em fala por minuto	S39
11	Número de palavras de referência não resolvidas por minuto	S39

Fonte: Criado pela autora.

Diferentes métricas para avaliação de acessibilidade foram encontradas pelo MSL, para a escolha de uma métrica os seguintes pontos devem ser analisados, são eles: 1) objetivos da avaliação: identificar problemas, validar o uso de padrões, analisar a experiência dos usuários do sistema, 2) público-alvo: necessidades e experiências, e 3) abordagem da métrica: se o objetivo da análise aperfeiçoa a acessibilidade em seu projeto, se a métrica é eficaz e relevante. Após realizar uma análise das opções deve ser possível selecionar a métrica ou conjunto de métricas que contribua para a melhoria do sistema.

5.1.7 Tipos de Avaliação

Para assegurar a conformidade das características de qualidade, diferentes tipos de avaliação podem ser utilizados para avaliar um sistema, a avaliação deve seguir recomendações existentes ou um planejamento específico do que precisa ser avaliado. Dentre os tipos de avaliação mais mencionados estão: Avaliação Manual, Avaliação com Usuários Especialistas, Avaliação com Usuários Finais e Avaliação Heurística. Analisando os trabalhos selecionados no 2º filtro, observamos que a maior parte dos trabalhos aplicaram diferentes tipos de análise da acessibilidade, complementando suas pesquisas por meio de algumas das avaliações citadas. No Quadro 14 são exemplificados os atributos/medidas para deficientes visuais mapeados na literatura técnica e os respectivos estudos que utilizaram.

5.1.7.1 Avaliação manual

A avaliação manual consiste na análise de uma página ou sistema selecionado, os usuários são convidados a realizar tarefas específicas em determinado sistema, de forma que após isso as tarefas são minuciosamente analisadas, e quaisquer problemas identificados são documentados para que a equipe de desenvolvimento busque soluções adequadas para a melhoria do sistema.

5.1.7.2 Avaliação com Usuários Especialistas

A avaliação com usuários especialistas consiste no convite de profissionais qualificados e familiarizados com diferentes sistemas frequentemente desenvolvidos e são convidados a avaliar sua usabilidade, desempenho e funcionalidades. Esses especialistas são capazes de identificar facilmente os erros e oferecer *insights* valiosos para aprimorar o sistema.

5.1.7.3 Avaliação com Usuários Finais

A avaliação com usuários finais representa a interação direta com os usuários do público-alvo, nela os usuários são convidados a utilizar o sistema, realizar tarefas específicas, enquanto suas interações são observadas e registradas. Por ser o público-alvo proporcionam uma compreensão mais completa das falhas, ajudando a compreender as necessidades e detectando problemas práticos que não foram percebidos anteriormente.

5.1.7.4 Avaliação Heurística

A avaliação Heurística é um método de avaliação com base em um conjunto de princípios estabelecidos, são utilizadas como referência para identificar problemas de usabilidade durante a avaliação de interfaces de usuário. Neste estudo foi utilizada avaliação heurística em dois artigos que em conjunto com outros recursos avaliam a acessibilidade de sistemas *Web*.

5.1.7.5 Avaliação Automática

As ferramentas automáticas utilizam algoritmos e fazem verificações para examinar a conformidade do conteúdo com as diretrizes de acessibilidade estabelecidas, podendo identificar problemas comuns, como ausência de textos alternativos em imagens, falta de contraste adequado, estruturas de cabeçalho inadequadas e outros elementos que podem dificultar a navegação. O uso de ferramentas é útil para identificar questões óbvias, porém essas ferramentas têm limitações e não conseguem capturar todos as falhas de acessibilidade que podem haver no sistema.

Quadro 14 – Tipos de Avaliação de Acessibilidade identificados nos estudos

ID	Tipos de Avaliação	ID do estudo
1	Avaliação manual	S1, S11, S12, S14, S15, S21, S36, S37, S41, S42 e S50
2	Avaliação com usuários especialistas	S15, S19, S26, S31, S33, S34, S43 e S44
3	Avaliação com usuários finais	S11, S26, S31, S33 e S37
4	Avaliação heurística	S20, S30 e S34
5	Avaliação automática	S1, S3, S5, S6, S8, S12, S13, S14, S16, S17, S18, S19, S24, S25, S29, S30, S31, S32, S36, S38, S40, S41, S42, S43, S45, S46, S47, S49, S50 e S51

Fonte: Criado pela autora.

Cada método de avaliação de sistemas tem objetivos e abordagens diferentes, a escolha deve ser analisada conforme o tipo de *feedback* que deseja obter após a avaliação do sistema.

5.1.8 Tipos de Teste

Esta seção descreve os estudos associados à finalidade de testes para validação de acessibilidade de plataformas *Web*. Os testes são métodos específicos usados para verificar diferentes cenários e funcionalidades de um sistema de *software*, cada tipo de teste possui objetivos distintos e deve ser aplicado em diferentes estágios do desenvolvimento de *software*, os exemplos mapeados são exibidos no Quadro 15.

Quadro 15 – Tipos de teste identificados nos estudos.

	Tipos de Teste	Fonte
1	Teste de validação	S25
2	Testes de aceitação	S10
3	Testes compatíveis com dispositivos móveis.	S25
4	Teste gráfico do navegador	S25
5	Teste de navegador somente texto	S25

Fonte: Criado pela autora

O trabalho de (WATANABE *et al.*, 2012) descreveu o desenvolvimento de uma abordagem que se baseia em testes de aceitação que permitem avaliar a acessibilidade de aplicativos, essa abordagem apoia o ciclo de desenvolvimento de *software* ao fornecer aos desenvolvedores uma ferramenta automatizada que verifica todos os aspectos do sistema, desde o lado do cliente até a implementação no servidor. Por ser implementada como um teste automatizado executável, essa solução se integra perfeitamente ao processo de Desenvolvimento de *Software* de Integração Contínua, ideal para aplicativos *Web* em constante aprimoramento.

O trabalho de (KURT, 2017) envolveu o uso de uma combinação de métodos para avaliar o nível de acessibilidade das páginas iniciais dos *sites* de 10 das melhores universidades do mundo, empregando uma série de métodos avaliativos diferentes e coletou dados de múltiplas fontes, a fim de alcançar uma análise mais precisa e abrangente dos níveis de acessibilidade. As estratégias descritas a seguir foram utilizadas para coletar dados e avaliar funcionalidade e acessibilidade.

- **Teste gráfico do navegador:** verificou-se a existência de tags "alt", alterações no tamanho do texto, e capacidade de navegação;

- **Teste de navegador somente texto:** foi utilizado o navegador de texto Lynx onde verificou-se todas as informações presentes na página, visíveis em navegadores gráficos, se permaneciam acessíveis e compreensíveis no formato de texto.
- **Testes automatizados:** três ferramentas automatizadas diferentes foram usadas para verificar recursos de acessibilidade.
- Testes de validação, verificando o uso correto de HTML e CSS de cada uma das páginas iniciais da universidade usando o serviço de validação W3C com as ferramentas Validator e Jigsaw.
- **Testes compatíveis com dispositivos móveis:** verificando se os sites são renderizados tão bem em dispositivos móveis quanto deveriam em outras plataformas com auxílio da ferramenta de teste de compatibilidade do Google chamada mobile-friendly.

O tipo de teste a ser aplicado durante a de construção de *software* depende da fase do ciclo de vida em que o software se encontra, pois não há como, por exemplo, realizar testes na *interface* se o sistema se encontra no início do processo de codificação, é necessário a realização de um planejamento dos testes a fim de garantir que sejam realizados no momento adequado.

5.2 Respondendo às Questões de Pesquisa

SQ1: Como a avaliação para a acessibilidade de sistemas *Web* são discutidas na literatura?

Na literatura é notória a preocupação crescente em tornar a *Web* mais inclusiva e acessível para todos os usuários. Os trabalhos mapeados destacam a importância de não apenas de garantir a conformidade com as diretrizes de acessibilidade, como as WCAG, mas também de considerar as experiência do usuário e as necessidades específicas de diferentes grupos, até mesmo incluindo os usuários do público alvo do sistema na avaliação.

Foi notada a evolução das diretrizes e padrões de acessibilidade existentes, como as WCAG e eMAG, o uso desses padrões de acessibilidade desde as fases iniciais do *design* e desenvolvimento tem sido difundido em vez de só considerar incluir acessibilidade após a finalização do sistema.

Além disso, muitos estudos abordaram a avaliação de acessibilidade de diferentes maneiras, desde o uso de atributos, medidas, métricas, métodos, heurísticas e tipos de testes enfatizando a necessidade de garantir a acessibilidade para proporcionar uma experiência inclusiva e equitativa a todos os usuários. Destaca-se a necessidade de utilizar recursos abrangentes de

avaliação, um só método pode não trazer total precisão do quão acessível é o sistema. Dessa forma, é vista a necessidade de fazer uma combinação de diferentes métodos para obter uma visão mais completa da acessibilidade de um sistema.

SQ2: Quais técnicas, métodos ou ferramentas são comumente empregados na avaliação ou teste da acessibilidade de sistemas Web?

Na avaliação e teste da acessibilidade dos sistemas *Web* os recursos de avaliação mais frequentemente citados nos trabalhos mapeados são a avaliação manual, realizada por especialistas que revisaram diretamente o sistema, identificando manualmente, por meio de *checklists*, a conformidade com as diretrizes de acessibilidade.

Além disso, o uso de ferramentas automáticas é frequentemente mencionado, dentre elas as com maior recorrência nos trabalhos são: *AChecker*, que verifica a conformidade com as diretrizes do WCAG e do eMAG; *Test de Accesibilidad Web (TAW)*; e *WAVE*, responsáveis por avaliar a acessibilidade de *sites*, identificando problemas e oferecendo sugestões de melhorias.

As ferramentas e métodos de verificação têm suas próprias abordagens e podem identificar diferentes problemas de acessibilidade enfatizando certos aspectos, enquanto outras podem focar em diferentes critérios de conformidade. Portanto, é recomendado utilizar mais de um recurso de verificação de acessibilidade ao avaliar sistemas *Web*, especialmente considerando que nenhum método isolado pode garantir uma precisão de 100%.

SQ3: Quais são as características específicas de acessibilidade discutidas em relação às necessidades das pessoas com deficiência visual em sistemas Web?

A acessibilidade para usuários com deficiência visual consiste em adaptar os conteúdos para que os leitores de tela não tenham dificuldade na localização do conteúdo, para essa tarefa a adequação dos títulos e subtítulos, acesso e operação via teclado, garantir um bom contraste, e manter informações organizadas e consistentes são boas práticas que visam tornar os sistemas web mais inclusivos e acessíveis para usuários com deficiência visual, garantindo que eles possam acessar, compreender e interagir com o conteúdo *online* de maneira eficaz e independente. As características podem ser analisadas no Quadro 11 que contém as heurísticas relacionadas a esse tópico.

5.3 Ameaças à Validade do Mapeamento

No decorrer das construções do mapeamento foram verificadas algumas possíveis ameaças que invalidaria o mapeamento, abaixo elas são apresentadas.

Inicialmente, o objetivo deste estudo era exclusivamente mapear métricas e medidas para avaliação de acessibilidade. No entanto, após aplicarmos a *string* de busca nas bases de dados, notamos que o método utilizado não só contribuiu para esse objetivo primário, mas também revelou outros recursos relevantes. Diante disso, decidimos ampliar nosso conjunto de recursos para além das métricas e medidas, mantendo inalterada a *string* de busca original. Essa quantidade adicional de informações só foi observada após a execução do primeiro filtro, o que nos permitiu identificar os recursos adicionais mencionados.

Rejeição de trabalhos relevantes: A quantidade de trabalhos retornados durante a execução da busca tornou o processo de mapeamento desafiador e cansativo. Existe a possibilidade de os pesquisadores responsáveis pela seleção dos estudos terem cometido viés na avaliação, levando à exclusão de estudos relevantes. Da mesma forma, as conclusões derivadas dos dados coletados podem ter sido influenciadas pelas tendências dos pesquisadores na interpretação desses dados.

String de busca: a elaboração da *string* pode ter resultado na exclusão de estudos pertinentes para a pesquisa. A ausência de um termo na *string* ou o excesso de termos pode distorcer os resultados e invalidar o mapeamento. No entanto, tentamos minimizar esse problema definindo a *string* de busca com base nos termos-chave das questões de pesquisa, os quais foram previamente revisados por especialistas.

Nuvem de Palavras: foi realizada uma análise da nuvem de palavras que é evidenciada após a análise das palavras-chave presentes na seção de cada trabalho dos 52 estudos selecionados. Como ilustrado na Figura 1, as palavras mais frequentes incluíram "Acessibilidade na Web", WCAG e "Avaliação de Acessibilidade". Essas palavras estão alinhadas com a *string* de busca utilizada, composta por termos como "*web accessibility*" e "*evaluation*". Essa concordância confirma a relação dos estudos selecionados com as questões de pesquisa propostas.

Inclusão de estudos secundários: Ao realizar o estudo, a autora constatou que a inclusão de estudos secundários em MSLs não era uma prática comum. No entanto, embora essa abordagem não seja amplamente adotada, decidimos incluir estudos secundários neste trabalho, desde que atendessem aos critérios de inclusão previamente definidos. O objetivo era oferecer uma visão holística e abrangente do assunto, ampliando assim o escopo do trabalho.

Validação do trabalho: o trabalho passou por um processo de revisão por pares, a partir do 2º filtro no qual a aluna junto ao co-orientador examinaram criticamente o estudos que poderiam trazer insights valiosos e contribuições significativas. Os resultados obtidos através do

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Destacando os impactos da expansão da *internet* na sociedade e seu número crescente de utilizadores, é importante que qualquer pessoa possa acessar esse conteúdo, inclusive os usuários com deficiência. Para diminuir os impactos gerados ao não incluir este público, as empresas de desenvolvimento de *software* precisam priorizar e implementar acessibilidade em seus sistemas. Entretanto, ainda há desafios na implementação efetiva da acessibilidade, apesar da existência de normas e diretrizes, a aplicação prática da acessibilidade, desde a concepção do sistema até sua avaliação, precisa de melhorias. Para atender a essa dificuldade, foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura para reunir recursos utilizados na avaliação de sistemas *Web*, oferecendo dados qualitativos e reunindo um conjunto de recursos utilizados nos trabalhos mapeados. O MSL abordou 1245 estudos obtidos com a string nas bibliotecas, destes foram filtrados 52 relevantes que identificaram recursos variados para avaliar sistemas *Web*, o que é um número pequeno considerando a relevância do tema abordado.

A maioria dos estudos concentrou-se na verificação da acessibilidade em sistemas já existentes, tais como *websites* governamentais e de institutos de ensino superior, focando em pessoas com deficiência visual ou múltipla. Identificamos que poucos autores avaliaram sistemas de desenvolvimento próprio, estes que fizeram utilizaram métodos diversos, às vezes sem base teórica, evidenciando a necessidade de testes contínuos durante o desenvolvimento para garantir a acessibilidade. Nesses casos aconselhamos a realização de avaliações contínuas utilizando diversos meios para garantir a acessibilidade do sistema.

Ao analisar os recursos mapeados, observamos que uma variedade de abordagens e recursos têm sido utilizados para melhorar a qualidade da acessibilidade nos sistemas *Web* para o público com deficiência visual, desde ferramentas para verificação de conformidade até métodos de testes com usuários reais. Os diversos exemplos exibidos verificam a conformidade com as principais diretrizes WCAG e normas do eMAG para tornar os sistemas mais acessíveis.

Nos estudos revisados, foram identificados os seguintes recursos de avaliação recorrentemente mencionados: um total de 16 atributos e suas respectivas medidas relacionadas à deficiência visual. Os tipos de avaliação mais destacados foi a avaliação manual citada em 11 ocorrências, seguida da avaliação por especialistas com 8 referências, avaliação com usuários finais mencionada 6 vezes, e a avaliação heurística foi citada por 3 vezes. Além disso, foram mapeadas 22 ferramentas automáticas, dentre elas destacam-se as ferramentas *AChecker*, *TAW*; e *WAVE*. Encontramos 7 heurísticas. Além disso, foram mapeadas 11 métricas de acessibilidade,

15 métodos de avaliação e também foram mencionados 5 tipos específicos de teste para avaliação de acessibilidade.

As descobertas desse trabalho entregam uma fonte mais centralizada dos recursos utilizados, sendo possível que um usuário possa selecionar um recurso dentre os citados de acordo com seu estudo, necessidade ou simplesmente para obter uma visão geral da avaliação de acessibilidade. Desta forma desejamos ter realizado uma contribuição para com a comunidade e com a indústria de *software*. Além disso, esperamos que nosso trabalho possa servir de base para futuros MSL ou RSL.

No entanto, é crucial realizar mais pesquisas na medição da acessibilidade, considerando outras deficiências, isso permitirá a apresentação de novos recursos para tornar os sistemas mais inclusivos. Como trabalhos futuros sugerimos a adaptação deste estudo para as demais deficiências oferecendo *insights* valiosos de uma gama mais ampla de usuários com diversas necessidades e características.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA-VARGAS, P.; SALVADOR-ULLAURI, L. A.; LUJÁN-MORA, S. A heuristic method to evaluate web accessibility for users with low vision. **IEEE Access**, IEEE, v. 7, p. 125634–125648, 2019.
- ADEBESIN, F.; KOTZÉ, P.; GELDERBLOM, H. The complementary role of two evaluation methods in the usability and accessibility evaluation of a non-standard system. In: **Proceedings of the 2010 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists**. [S. l.: s. n.], 2010. p. 1–11.
- AKRITIDIS, G.; KATSANOS, C. Effect of potential issues flagged by automated tools on web accessibility evaluation results: A case study on university department websites. In: **Proceedings of the 25th Pan-Hellenic Conference on Informatics**. [S. l.: s. n.], 2021. p. 113–117.
- ALAJARMEH, N. The extent of mobile accessibility coverage in wcag 2.1: Sufficiency of success criteria and appropriateness of relevant conformance levels pertaining to accessibility problems encountered by users who are visually impaired. **Universal Access in the Information Society**, Springer, p. 1–26, 2021.
- ALFARO, F. D. B.; RÍO, C. M. D. P. Z. D. Peruvian public universities and the accessibility of their websites. In: SPRINGER. **Design, User Experience, and Usability: Users, Contexts and Case Studies: 7th International Conference, DUXU 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15–20, 2018, Proceedings, Part III 7**. [S. l.], 2018. p. 589–607.
- ALMERAJ, Z.; BOUJARWAH, F.; ALHUWAIL, D.; QADRI, R. Evaluating the accessibility of higher education institution websites in the state of kuwait: empirical evidence. **Universal Access in the Information Society**, Springer, v. 20, n. 1, p. 121–138, 2021.
- ANGKANANON, K.; WALD, M.; PLOADAKSORN, P. Developing and evaluating a thai website accessibility checker. In: SPRINGER. **HCI International 2017–Posters’ Extended Abstracts: 19th International Conference, HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017, Proceedings, Part I 19**. [S. l.], 2017. p. 3–10.
- AQLE, A.; KHOWAJA, K.; AL-THANI, D. Preliminary evaluation of interactive search engine interface for visually impaired users. **IEEE Access**, IEEE, v. 8, p. 45061–45070, 2020.
- ARA, J.; SIK-LANYI, C.; KELEMEN, A. Accessibility engineering in web evaluation process: a systematic literature review. **Universal Access in the Information Society**, Springer, p. 1–34, 2023.
- AVILA, C.; BALDIRIS, S.; FABREGAT, R.; GUEVARA, J. C. Accessibility evaluation improvement using case based reasoning. In: IEEE. **2012 Frontiers in Education Conference Proceedings**. [S. l.], 2012. p. 1–6.
- BAILEY, C.; PEARSON, E. Development and trial of an educational tool to support the accessibility evaluation process. In: **Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility**. [S. l.: s. n.], 2011. p. 1–10.
- BALAGA, R. Accessibility issues in indonesian e-commerce portals: Issues and recommendations for business improvement and growth. In: SPRINGER. **Re-imagining**

Diffusion and Adoption of Information Technology and Systems: A Continuing Conversation: IFIP WG 8.6 International Conference on Transfer and Diffusion of IT, TDIT 2020, Tiruchirappalli, India, December 18–19, 2020, Proceedings, Part II. [S. l.], 2020. p. 581–591.

BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. d.; SILVEIRA, M. S.; GASPARINI, I.; DARIN, T.; BARBOSA, G. D. J. **Interação Humano-Computador e Experiência do Usuário.** [S. l.]: Autopublicação, 2021. ISBN 978-65-00-19677-1.

BIGHAM, J. P.; BRUDVIK, J. T.; ZHANG, B. Accessibility by demonstration: enabling end users to guide developers to web accessibility solutions. In: **Proceedings of the 12th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility.** [S. l.: s. n.], 2010. p. 35–42.

BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. regulamenta as leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 2004.

BRASIL. eMAG - Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico. **Portal do Governo Brasileiro**, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação, Brasília, 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/acessibilidade-digital/eMAGv31.pdf>.

CALVO, R.; IGLESIAS, A.; MORENO, L. Is moodle accessible for visually impaired people? In: SPRINGER. **Web Information Systems and Technologies: 7th International Conference, WEBIST 2011, Noordwijkerhout, The Netherlands, May 6-9, 2011, Revised Selected Papers 7.** [S. l.], 2012. p. 207–220.

CAMPOVERDE-MOLINA, M.; LUJÁN-MORA, S.; VALVERDE, L. Accessibility of university websites worldwide: a systematic literature review. **Universal Access in the Information Society**, Springer, v. 22, n. 1, p. 133–168, 2023.

CASTRO, J. L. F.; GONZÁLEZ, R.; GUTIÉRREZ, E.; NORMAND, L. M. Hera-ffx: a firefox add-on for semi-automatic web accessibility evaluation. ACM Press, 2009.

CIVIL, C. Lei nº 13.146, de 6 de julho 2015. **Institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência).** Brasília, 2015.

COLAS, S.; MONMARCHÉ, N.; SLIMANE, M. Assistive tools to reach european accessibility web standards. In: SPRINGER. **Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services: 5th International Conference, UAHCI 2009, Held as Part of HCI International 2009, San Diego, CA, USA, July 19-24, 2009. Proceedings, Part III 5.** [S. l.], 2009. p. 654–663.

CONSORTIUM, W. W. W. *et al.* Web content accessibility guidelines (wcag) 2.0. World Wide Web Consortium, 2008.

COSTA, D.; CARRIÇO, L.; DUARTE, C. The differences in accessibility of tv and desktop web applications from the perspective of automated evaluation. **Procedia Computer Science**, Elsevier, v. 67, p. 388–396, 2015.

- COSTA, D.; COSTA, H.; PARREIRA, P. A. Heuristic evaluation of the visual accessibility of the moodle virtual learning environment. In: IEEE. **2016 XLII Latin American Computing Conference (CLEI)**. [S. l.], 2016. p. 1–9.
- CSONTOS, B.; HECKL, I. Accessibility, usability, and security evaluation of hungarian government websites. **Universal Access in the Information Society**, Springer, v. 20, p. 139–156, 2021.
- CSONTOS, B.; HECKL, I. Improving accessibility of cms-based websites using automated methods. **Universal Access in the Information Society**, Springer, v. 21, n. 2, p. 491–505, 2022.
- FERNANDES, N.; COSTA, D.; DUARTE, C.; CARRIÇO, L. Evaluating the accessibility of web applications. **Procedia Computer Science**, Elsevier, v. 14, p. 28–35, 2012.
- GERMANO, R. S.; SOUSA, T. A. N. de; ELISEO, M. A. Refining the aceasy framework from an accessibility assessment. In: IEEE. **2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**. [S. l.], 2021. p. 1–6.
- GILBERTSON, T. D.; MACHIN, C. H. Guidelines, icons and marketable skills: an accessibility evaluation of 100 web development company homepages. In: **Proceedings of the international cross-disciplinary conference on web accessibility**. [S. l.: s. n.], 2012. p. 1–4.
- HASHEMIAN, B. J. Analyzing web accessibility in finnish higher education. **ACM Sigaccess Accessibility and Computing**, ACM New York, NY, USA, n. 101, p. 8–16, 2011.
- IBGE, I. Censo demográfico 2010. **IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e**, p. 34–35, 2010.
- INAL, Y.; MISHRA, D.; TORKILDSBY, A. B. An analysis of web content accessibility of municipality websites for people with disabilities in norway: Web accessibility of norwegian municipality websites. In: **Nordic Human-Computer Interaction Conference**. [S. l.: s. n.], 2022. p. 1–12.
- İŞERI, E. İ.; UYAR, K.; İLHAN, Ü. The accessibility of cyprus islands' higher education institution websites. **Procedia computer science**, Elsevier, v. 120, p. 967–974, 2017.
- ISMAIL, A.; KUPPUSAMY, K. Web accessibility investigation and identification of major issues of higher education websites with statistical measures: A case study of college websites. **Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences**, Elsevier, v. 34, n. 3, p. 901–911, 2022.
- ISO; IEC. **ISO/IEC 25010: Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models**. International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission, Geneva, 2011.
- ISO/IEC. **Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Product quality model**. 2023. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso-iec:25010:ed-2:v1:en>. Acesso em: 20 novembro 2023.
- KEELE, S. *et al.* **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. [S. l.], 2007.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Citeseer, 2007.

KURT, S. Accessibility of turkish university web sites. **Universal Access in the Information Society**, Springer, v. 16, p. 505–515, 2017.

LAAMANEN, M.; LADONLAHTI, T.; PUUPPONEN, H.; KÄRKKÄINEN, T. Does the law matter? an empirical study on the accessibility of finnish higher education institutions' web pages. **Universal Access in the Information Society**, Springer, p. 1–17, 2022.

LIM, Z. Y.; CHUA, J. M.; YANG, K.; TAN, W. S.; CHAI, Y. Web accessibility testing for singapore government e-services. In: **Proceedings of the 17th International Web for All Conference**. [S. l.: s. n.], 2020. p. 1–5.

LIMA, G. E.; VIEIRA, N. N.; MAURO, R. C.; JÚNIOR, F. P.; RIBEIRO, R. C. Web navigate visual comfort: Inclusival and egalitarian opportunities for visual impairment users. In: **IEEE. 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**. [S. l.], 2020. p. 1–6.

LIU, X.; CARRINGTON, P.; CHEN, X.; PAVEL, A. What makes videos accessible to blind and visually impaired people? In: **Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. [S. l.: s. n.], 2021. p. 1–14.

LIU, Y. Q.; BIELEFIELD, A.; MCKAY, P. Are urban public libraries websites accessible to americans with disabilities? **Universal Access in the Information Society**, Springer, v. 18, p. 191–206, 2019.

MARTINS, A. I.; QUEIRÓS, A.; ROCHA, N. P.; SANTOS, B. S. Avaliação de usabilidade: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, n. 11, p. 31, 2013.

MAY, S.; ZHU, Q. A web accessibility assessment on the texas public school system. **Universal Access in the Information Society**, Springer, v. 9, p. 87–96, 2010.

MEDINA, J. L.; CAGNIN, M. I.; PAIVA, D. M. B. Investigating accessibility on web-based maps. **ACM SIGAPP Applied Computing Review**, ACM New York, NY, USA, v. 15, n. 2, p. 17–26, 2015.

MONTAGUD, S.; ABRAHÃO, S.; INSFRAN, E. A systematic review of quality attributes and measures for software product lines. **Software Quality Journal**, Springer, v. 20, p. 425–486, 2012.

NIOM, T.; LIN, F. Accessibility of covid-19 websites of asian countries: An evaluation using automated tools. **SN Computer Science**, Springer, v. 3, n. 6, p. 498, 2022.

OLIVEIRA, A. D. A.; FREIRE, A. P.; ELER, M. M. Web accessibility evolution in the brazilian government. In: **XVI Brazilian Symposium on Information Systems**. [S. l.: s. n.], 2020. p. 1–8.

PAI, M.; MCCULLOCH, M.; GORMAN, J. D.; PAI, N.; ENANORIA, W.; KENNEDY, G.; THARYAN, P.; JR, J. M. C. Systematic reviews and meta-analyses: an illustrated, step-by-step guide. **The National medical journal of India**, v. 17, n. 2, p. 86–95, 2004.

POWER, C.; FREIRE, A.; PETRIE, H.; SWALLOW, D. Guidelines are only half of the story: accessibility problems encountered by blind users on the web. In: **Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems**. [S. l.: s. n.], 2012. p. 433–442.

- PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Engenharia de software-9**. [S. l.]: McGraw Hill Brasil, 2021.
- SILVA, B. G. da; RODRIGUES, K. R. H. Accessibility challenges in web systems implementation. In: SBC. **Anais do IX Workshop sobre Aspectos da Interação Humano-Computador para a Web Social**. [S. l.], 2018. p. 105–116.
- SILVA, C. A.; OLIVEIRA, A. F. de; MATEUS, D. A.; COSTA, H. A. X.; FREIRE, A. P. Types of problems encountered by automated tool accessibility assessments, expert inspections and user testing: a systematic literature mapping. In: **Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. [S. l.: s. n.], 2019. p. 1–11.
- SILVEIRA, B. C. A.; SOUZA, T. Silva-de; ROCHA, A. R. C. da. Software accessibility for visually impaired people: a systematic mapping study. In: **Proceedings of the XVII Brazilian Symposium on Software Quality**. [S. l.: s. n.], 2018. p. 190–199.
- SONG, S.; BU, J.; ARTMEIER, A.; SHI, K.; WANG, Y.; YU, Z.; WANG, C. Crowdsourcing-based web accessibility evaluation with golden maximum likelihood inference. **Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction**, ACM New York, NY, USA, v. 2, n. CSCW, p. 1–21, 2018.
- SONG, S.; WANG, C.; LI, L.; YU, Z.; LIN, X.; BU, J. Waem: a web accessibility evaluation metric based on partial user experience order. In: **Proceedings of the 14th International Web for All Conference**. [S. l.: s. n.], 2017. p. 1–4.
- SOUZA, I. M. de; MACIEL, C.; CAPPELLI, C. The model of accessibility to electronic government: applicability in dataprev. In: **Proceedings of the 17th International Digital Government Research Conference on Digital Government Research**. [S. l.: s. n.], 2016. p. 287–292.
- VIGO, M.; BRAJNIK, G. Automatic web accessibility metrics: Where we are and where we can go. **Interacting with computers**, Oxford University Press Oxford, UK, v. 23, n. 2, p. 137–155, 2011.
- VIGO, M.; BROWN, J.; CONWAY, V. Benchmarking web accessibility evaluation tools: measuring the harm of sole reliance on automated tests. In: **Proceedings of the 10th international cross-disciplinary conference on web accessibility**. [S. l.: s. n.], 2013. p. 1–10.
- WAI. **WCAG 2 Overview**. 2022. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>. Acesso em: 08 junho 2022.
- WAI. **WCAG 2.1 at a Glance**. 2023. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/glance/>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- WATANABE, W. M.; FORTES, R. P.; DIAS, A. L. Using acceptance tests to validate accessibility requirements in ria. In: **Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility**. [S. l.: s. n.], 2012. p. 1–10.
- WHITNEY, M.; DANNELLY, S. Web accessibility: an evaluation of ccsc central plains participants' university home pages. **Journal of Computing Sciences in Colleges**, Consortium for Computing Sciences in Colleges, v. 37, n. 6, p. 46–53, 2022.

WILD, G. Social media and accessibility. In: SPRINGER. **HCI in Business, Government, and Organizations: eCommerce and Innovation: Third International Conference, HCIBGO 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, Canada, July 17-22, 2016, Proceedings, Part I 3**. [S. l.], 2016. p. 129–140.

World Health Organization. **HTML: Disability**. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/disability>. Acesso em: 10 nov. 2023.

YI, Y. J. Web accessibility of healthcare web sites of korean government and public agencies: a user test for persons with visual impairment. **Universal Access in the Information Society**, Springer, v. 19, n. 1, p. 41–56, 2020.

YOUNGBLOOD, N. E.; CAPANOGLU, M. F.; SESEK, R. The accessibility of state occupational safety and health consultation websites. **Universal Access in the Information Society**, Springer, v. 20, p. 85–92, 2021.

ZHANG, M.; WANG, C.; YU, Z.; SHEN, C.; BU, J. Active learning for web accessibility evaluation. In: **Proceedings of the 14th International Web for All Conference**. [S. l.: s. n.], 2017. p. 1–9.

**APÊNDICE A – CONJUNTO FINAL DE ARTIGOS SELECIONADOS NO
MAPEAMENTO**

LISTA DE ARTIGOS E REFERÊNCIAS DOS ESTUDOS SELECIONADOS, NO
TEXTO OS ARTIGOS SÃO CITADOS CONFORME O ID DESSA LISTA.

ID	Título	Referência
S1	Hera-FFX: A Firefox Add-on for Semi-Automatic Web Accessibility Evaluation	(CASTRO <i>et al.</i> , 2009)
S2	Assistive Tools to Reach European Accessibility Web Standards	(COLAS <i>et al.</i> , 2009)
S3	Evaluating Groupware Accessibility	(CASTRO <i>et al.</i> , 2009)
S4	The Complementary Role of Two Evaluation Methods in the Usability and Accessibility Evaluation of a Non-Standard System	(ADEBESIN <i>et al.</i> , 2010)
S5	Accessibility by Demonstration: Enabling End Users to Guide Developers to Web Accessibility Solutions	(BIGHAM <i>et al.</i> , 2010)
S6	A web accessibility assessment on the Texas public school system	(MAY; ZHU, 2010)
S7	Development and Trial of an Educational Tool to Support the Accessibility Evaluation Process	(BAILEY; PEARSON, 2011)
S8	Analyzing Web Accessibility in Finnish Higher Education	(HASHEMIAN, 2011)
S9	Automatic web accessibility metrics: Where we are and where we can go	(VIGO; BRAJNIK, 2011)
S10	Using Acceptance Tests to Validate Accessibility Requirements in RIA	(WATANABE <i>et al.</i> , 2012)
S11	Guidelines Are Only Half of the Story: Accessibility Problems Encountered by Blind Users on the Web	(POWER <i>et al.</i> , 2012)
S12	Guidelines, Icons and Marketable Skills: An Accessibility Evaluation of 100 Web Development Company Homepages	(GILBERTSON; MACHIN, 2012)
S13	Evaluating the Accessibility of Web Applications	(FERNANDES <i>et al.</i> , 2012)
S14	Accessibility evaluation improvement using Case Based Reasoning	(AVILA <i>et al.</i> , 2012)
S15	Is Moodle Accessible for Visually Impaired People?	(CALVO <i>et al.</i> , 2012)

ID	Título	Referência
S16	Benchmarking Web Accessibility Evaluation Tools: Measuring the Harm of Sole Reliance on Automated Tests	(VIGO <i>et al.</i> , 2013)
S17	The Differences in Accessibility of TV and Desktop Web Applications from the Perspective of Automated Evaluation	(COSTA <i>et al.</i> , 2015)
S18	Investigating Accessibility on Web-Based Maps	(MEDINA <i>et al.</i> , 2015)
S19	The Model of Accessibility to Electronic Government: Applicability in DATAPREV	(SOUZA <i>et al.</i> , 2016)
S20	Heuristic evaluation of the visual accessibility of the moodle Virtual Learning Environment	(COSTA <i>et al.</i> , 2016)
S21	Social Media and Accessibility	(WILD, 2016)
S22	Active Learning for Web Accessibility Evaluation	(ZHANG <i>et al.</i> , 2017)
S23	WAEM: A Web Accessibility Evaluation Metric Based on Partial User Experience Order	(SONG <i>et al.</i> , 2017)
S24	The accessibility of Cyprus Islands' Higher Education Institution Websites	(İŞERI <i>et al.</i> , 2017)
S25	Accessibility of Turkish university Web sites	(KURT, 2017)
S26	Developing and Evaluating a Thai Website Accessibility Checker	(ANGKANANON <i>et al.</i> , 2017)
S27	Crowdsourcing-Based Web Accessibility Evaluation with Golden Maximum Likelihood Inference	(SONG <i>et al.</i> , 2018)
S28	Software Accessibility for Visually Impaired People: A Systematic Mapping Study	(SILVEIRA <i>et al.</i> , 2018)
S29	Peruvian Public Universities and the Accessibility of Their Websites	(ALFARO; RÍO, 2018)
S30	A Heuristic Method to Evaluate Web Accessibility for Users With Low Vision	(ACOSTA-VARGAS <i>et al.</i> , 2019)
S31	Types of Problems Encountered by Automated Tool Accessibility Assessments, Expert Inspections and User Testing: A Systematic Literature Mapping	(SILVA <i>et al.</i> , 2019)
S32	Are urban public libraries websites accessible to Americans with Disabilities?	(LIU <i>et al.</i> , 2019)
S33	Web Navigate Visual Comfort : Inclusival and Egalitarian Opportunities for Visual Impairment Users	(LIMA <i>et al.</i> , 2020)
S34	Preliminary Evaluation of Interactive Search Engine Interface for Visually Impaired Users	(AQLE <i>et al.</i> , 2020)
S35	Web Accessibility Testing for Singapore Government E-Services	(LIM <i>et al.</i> , 2020)
S36	Web Accessibility Evolution in the Brazilian Government	(OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2020)
S37	Web accessibility of healthcare Web sites of Korean government and public agencies: a user test for persons with visual impairment	(YI, 2020)

S38	Accessibility Issues in Indonesian E-Commerce Portals: Issues and Recommendations for Business Improvement and Growth	(BALAGA, 2020)
S39	What Makes Videos Accessible to Blind and Visually Impaired People?	(LIU <i>et al.</i> , 2021)
S40	Accessibility, usability, and security evaluation of Hungarian government websites	(CSONTOS; HECKL, 2021)
S41	Accessibility of university websites worldwide: a systematic literature review	(CAMPOVERDE-MOLINA <i>et al.</i> , 2023)
S42	The accessibility of state occupational safety and health consultation websites	(YOUNGBLOOD <i>et al.</i> , 2021)
S43	Evaluating the accessibility of higher education institution websites in the State of Kuwait: empirical evidence	(ALMERAJ <i>et al.</i> , 2021)
S44	Refining the Access Framework from an accessibility assessment	(GERMANO <i>et al.</i> , 2021)
S45	Web accessibility investigation and identification of major issues of higher education websites with statistical measures: A case study of college websites	(ISMAIL; KUPPUSAMY, 2022)
S46	An Analysis of Web Content Accessibility of Municipality Websites for People with Disabilities in Norway: Web Accessibility of Norwegian Municipality Websites	(INAL <i>et al.</i> , 2022)
S47	Does the law matter? An empirical study on the accessibility of Finnish higher education institutions' web pages	(LAAMANEN <i>et al.</i> , 2022)
S48	Improving accessibility of CMS-based websites using automated methods	(CSONTOS; HECKL, 2022)
S49	Accessibility of COVID-19 Websites of Asian Countries: An Evaluation Using Automated Tools	(NIOM; LIN, 2022)
S50	Effect of Potential Issues Flagged by Automated Tools on Web Accessibility Evaluation Results: A Case Study on University Department Websites	(AKRITIDIS; KATSANOS, 2021)
S51	Web Accessibility: An Evaluation of CCSC Central Plains Participants' University Home Pages	(WHITNEY; DANNELLY, 2022)
S52	Accessibility engineering in web evaluation process: a systematic literature review	(ARA <i>et al.</i> , 2023)