

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MARCO AURELIO LOPES DUTRA JUNIOR

**ANÁLISE DE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE EM SITES
PARA DEFICIENTES VISUAIS**

CURITIBA

2023

MARCO AURELIO LOPES DUTRA JUNIOR

**ANÁLISE DE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE EM SITES
PARA DEFICIENTES VISUAIS**

Analysis of accessibility assessment methods on websites for the blind

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Me. Luiz Augusto Pelisson

CURITIBA

2023



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

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

MARCO AURELIO LOPES DUTRA JUNIOR

**ANÁLISE DE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE EM SITES
PARA DEFICIENTES VISUAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Data de aprovação: 22/Junho/2023

Prof. Me. Luiz Augusto Pelisson
Mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Leonelo Dell Anhol Almeida
Doutorado em Ciência da Computação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^a. Dra. Marília Abrahão Amaral
Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CURITIBA
2023**

RESUMO

DUTRA, Marco;. ANÁLISE DE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE EM SITES PARA DEFICIENTES VISUAIS. 2023. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2023.

O termo acessibilidade *web* refere-se à eliminação de barreiras em espaços *web* e requer que sites e portais sejam projetados de modo que todas as pessoas possam perceber, entender, navegar e interagir de maneira efetiva com o conteúdo *web*. A implementação da acessibilidade digital pode propiciar um caminho para a democratização do acesso, garantindo o entendimento e o controle da navegação dos usuários a conteúdos e serviços, considerando a diversidade de capacidades físico-motoras e sensoriais. As principais situações vivenciadas por usuários incluem o acesso ao computador sem monitor no caso de pessoas com deficiência visual. Considerando o significativo papel que a tecnologia da informação exerce na vida dos deficientes visuais e a necessidade de implementação de técnicas eficazes de acessibilidade, o presente trabalho teve como objetivo investigar métodos de avaliação de acessibilidade, que são componentes importantes da acessibilidade na *web*, para pessoas com deficiência visual em *sites* gerais, discutindo as características e limitações desses métodos. A partir de estudos que utilizam ferramentas automáticas, encontrados na literatura, foi concluído que nenhuma delas, sozinhas, são capazes de definir com acurácia significativa que um *site* é acessível ou não, devendo ser utilizadas em combinação com os métodos com avaliação humana, que permitem a identificação de problemas de interação, problemas reais de usuários, e a implementação de soluções acessíveis. Um conjunto de requisitos para cada método é apresentado como base de consulta para futuras análises mais eficientes.

Palavras-chave: Acessibilidade digital. Avaliação de acessibilidade. Deficientes visuais, Métodos de Avaliação.

ABSTRACT

DUTRA, Marco;. Analysis of accessibility assessment methods on websites for the blind. 2023. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2023.

The concept of web accessibility refers to the elimination of barriers in web spaces and requires that websites and portals be designed so that all people can perceive, understand, navigate and interact effectively with the web content. The implementation of digital accessibility can make a way to democratizing access, to improve the understanding and control of user's navigation to content and services, regardless of physical-motor and sensorial disabilities. The main situations experienced by users include accessing the computer without a monitor in the case of blind people. Considering the important role that information technology plays in the lives of the blind and the need of implementation of accurate techniques of accessibility, the present work aimed to investigate accessibility assessment methods, which are important components of web accessibility, for the blind people on websites, also discussing the characteristics and limitations of these methods. From studies that use automatic tools, found in the literature, it was concluded that none of them, alone, are capable of defining with significant accuracy that a site is accessible or not, and should be used in combination with methods with human evaluation, which allow the identification of interaction problems, real user problems, and the implementation of accessible solutions. A set of requirements for each method is presented as a reference for future, more efficient, analysis.

Keywords: Digital accessibility. Accessibility assessment. Blind. Assessment methods.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da Revisão Sistemática de Literatura.	26
Tabela 2 – Resultado da análise comparativa: convergências e divergências dos estudos com avaliação automática	30
Tabela 3 – Resultado da análise comparativa: convergências e divergências dos estudos com avaliação humana	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACADEVI	Associação Cascavelense de Deficientes Visuais
AD	Audiodescrição
ASES	Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios
AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
CID	Classificação Internacional de Doenças
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DOC	Documento
EAD	Educação a distância
e-MAG	Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico
FAE	Functional Accessibility Evaluator
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IFPE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
IFRS	Instituto Federal do Rio Grande do Sul
IHC	Interação Humano-Computador
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JAWS	<i>Job Access With Speech</i>
LIBRAS	Língua Brasileira de Sinais
LSE	Legendas para Surdos e Ensurdecidos
MOOC	<i>Massive Open Online Courses</i>

MP3	<i>Mpeg-layer 3</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONG	Organização não governamental
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
TA	Tecnologia Assistiva
TXT	Arquivo de Texto sem formatação
UX	<i>User Experience</i>
WAB	<i>Web Accessibility Barrier</i>
WCGA	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	8
1.1 Problema	10
1.2 Objetivo Geral	11
1.3 Objetivos Específicos	11
1.4 Organização do trabalho	11
2 – REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 A deficiência visual	12
2.1.1 Acessibilidade digital	13
2.1.2 Usabilidade	14
2.2 Avaliação de interfaces	15
2.2.1 Avaliação de acessibilidade na <i>web</i>	16
2.2.2 Métodos de avaliação	16
2.3 Trabalhos relacionados	17
2.3.1 Trabalhos relacionados	18
2.3.2 Cosiderações finais sobre trabalhos relacionados	21
3 – METODOLOGIA	22
3.1 Caracterização da pesquisa	22
3.2 Etapas da pesquisa	22
3.2.1 Revisão Sistemática de Literatura	23
3.2.1.1 Delimitação da questão-prolema	23
3.2.1.2 Seleção de bases de dados	23
3.2.1.3 Definição de <i>string</i> de busca	23
3.2.1.4 Definição de critérios de inclusão e exclusão	24
3.2.2 Pesquisa em bola de neve	24
3.2.3 Análise de métodos de avaliação de acessibilidade	24
3.2.3.1 Estabelecimento de conjunto de requisitos	25
4 – Resultados	26
4.1 Revisão sistemática de literatura e pesquisa em bola de neve	26
4.2 Análise de métodos de avaliação somente com ferramentas automáticas	27
4.3 Requisitos para comparação de métodos de avaliação com ferramentas automáticas	30
4.3.1 Seleção da ferramenta	30
4.3.2 Especificidade	30

4.3.3	Compatibilidade da diretriz de referência	31
4.4	Análise de métodos de avaliação com avaliação humana	31
4.5	Requisitos para comparação de métodos de avaliação com avaliação humana	37
4.5.1	Seleção de participantes	37
4.5.2	Elaboração das tarefas	38
4.5.3	Ambiente de testes	38
5	– Conclusões	39
	Referências	41

1 INTRODUÇÃO

A Interação Humano-Computador (IHC) é uma área da ciência da computação que compreende o estudo de relações entre o ser humano e o computador, como as pessoas projetam, implementam, e usam sistemas computacionais e, também, como os computadores afetam os indivíduos, as organizações e a sociedade (FALAVIGNA, 2015). O estudo da IHC compreende agora diversos campos semi-autônomos de pesquisa e prática em informática centrada no ser humano, abrangendo aspectos de ciência cognitiva e engenharia de fatores humanos, que derivam das interações com computadores (FALAVIGNA, 2015). Essa interação é geralmente mediada pelo que chamamos de interfaces, e as sensações e emoções que os usuários vivenciam ao utilizar um produto de tecnologia são o foco do estudo da experiência do usuário (UX, do inglês "*User Experience*") (FALAVIGNA, 2015).

Krug (2014), em seu livro *Não me Faça Pensar: Atualizado* (2014), ilustra a experiência do usuário ao relatar a ida de uma pessoa a uma loja com a intenção de comprar algo específico. Essa pessoa entra na loja e começa a procurar pelo departamento que tem a maior chance de abrigar o que ela precisa e, assim que o encontra, começa a procurar pelos produtos individuais, e essa pessoa pode optar por pedir ajuda a algum vendedor ou procurar por si própria -dependendo de variáveis como a sua familiaridade com a loja e disponibilidade de tempo. Um processo semelhante ocorre no ambiente de um *site*, onde o usuário geralmente está tentando encontrar algo e pode recorrer ao auxílio de um buscador ou não. Nos dois casos, o usuário poderá ir embora frustrado mesmo que o *site* possua o que ele procura, destacando a importância de se atentar às características que melhoram sua experiência.

O usuário é, então, o personagem principal no roteiro de desenvolvimento de um sistema computacional, portanto o produto deve ser totalmente focado em atender às necessidades e condições deste usuário. Nesse contexto torna-se indispensável o conhecimento aprofundado de conceitos importantes, integrados ao da experiência do usuário, de acessibilidade, usabilidade e aceitabilidade, garantindo também o direito universal e igualitário ao acesso à informação, com o uso da tecnologia.

A acessibilidade pode permitir que um indivíduo use um sistema, sem restrições, já a usabilidade refere-se ao tempo e ao esforço necessários para que o usuário consiga desenvolver as atividades propostas, realizando-as sem ajuda alheia. A aceitabilidade avalia reações do usuário ao entrar em contato e interagir com o *site*, podendo ser influenciada por preferências pessoais e experiências passadas (PALUDO, 2015).

O fenômeno da expansão da internet alterou as formas de comunicação, o acesso à informação e a realização de negócios e trabalho, intensificado pelo atual evento pandêmico. A principal vantagem desse fenômeno é o seu potencial para atingir instantaneamente um grande número de pessoas, em qualquer localização do mundo e de diversos contextos

sócio-culturais. Ainda assim, as exclusões físicas, sociais e econômicas afetam também a acessibilidade nos ambientes eletrônicos, e parcelas significativas da sociedade não conseguem usufruir de diversas ferramentas digitais.

O termo acessibilidade digital refere-se à eliminação de barreiras em espaços digitais (*web*, *desktop* ou *mobile*) e requer que *sites* e portais sejam projetados de modo que todas as pessoas possam perceber, entender, navegar e interagir de maneira efetiva com as páginas. No presente trabalho, será utilizado o conceito de acessibilidade *web*, que difere do conceito apresentado pelo Governo Federal do Brasil, por focar em ambientes *web* (IFRS, 2019b).

As pessoas com deficiência formam um grupo atingido pelas barreiras encontradas nos ambientes eletrônicos. No Brasil, um levantamento da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) 2019 do Sistema IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) de Recuperação Automática, ou SIDRA, aponta que 8,4% da população brasileira acima de 2 anos – o que representa 17,3 milhões de pessoas – têm algum tipo de deficiência (IBGE, 2019).

Um ambiente *web* acessível- seja um *site*, um aplicativo, entre outros- deve conter características como facilidade de leitura, alternativas de navegação, e outras que facilitem o uso do ambiente *web* para diferentes tipos de deficiências. A implantação dessas características é essencial para a promoção de igualdade e acesso eficaz a todos os tipos de usuários (IFRS, 2019b).

O *World Wide Web Consortium* (W3C, iniciativa do *Web Accessibility Initiative*) é um consórcio internacional de organizações filiadas que trabalham juntamente ao público para desenvolver padrões gratuitos e abertos para a *web* (W3C, 2022). O Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-MAG) (BRASIL, 2014), baseado no documento internacional WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines: Recomendações de Acessibilidade para Conteúdo web*), publicado pela *Web Accessibility Initiative* do grupo W3C (W3C, 2022), é um exemplo de um documento orientador para desenvolvimento e adaptação de conteúdos digitais *web* do governo federal.

Destaca-se a descrição que esse modelo traz de quatro principais situações vivenciadas por usuários com deficiência, sendo elas: o acesso ao computador sem *mouse* no caso de pessoas com deficiência visual, dificuldade de controle dos movimentos, paralisia ou amputação; o acesso ao computador sem teclado no caso de pessoas com amputações, grandes limitações de movimentos ou falta de força nos membros superiores; o acesso ao computador sem áudio: no caso de pessoas com deficiência auditiva; e o acesso ao computador sem monitor: no caso de pessoas com deficiência visual.

A deficiência visual é definida como a perda ou redução da capacidade visual em ambos os olhos em caráter definitivo, que não pode ser melhorada ou corrigida com o uso de lentes, tratamento clínico ou cirúrgico (BRASIL, 2008). Essa deficiência é também classificada em três graus de gravidade, sendo eles, baixa visão, próximo à cegueira e cegueira. Os *softwares* de acessibilidade aos ambientes digitais voltados a atender as

necessidades dos deficientes visuais utilizam basicamente ampliadores de tela para aqueles que possuem perda parcial da visão e recursos de áudio, teclado e impressora em Braille para os cegos (SONZA; SANTAROSA, 2003).

A discussão do presente trabalho levará em consideração, não somente os conceitos técnicos de deficiência apresentados anteriormente, mas principalmente a visão de Débora Diniz (DINIZ, 2007), que considera a deficiência visual como um produto da interação de uma pessoa com alguma dessas lesões com a sociedade. Assim, as avaliações de métodos de avaliação de acessibilidade podem ser melhor analisadas, com base em necessidades reais desses usuários, reduzindo o impacto de um modelo digital deficiente em suas vidas.

Analisar métodos de avaliação de acessibilidade permite entender quais critérios cada método leva em consideração, quais necessidades do usuário são englobadas e quais os tipos de interação que serão analisados. Essas características devem ser definidas para permitir a padronização dos processos de análise e, conseqüentemente, alcançar mais eficiência e *sites* realmente acessíveis (BACH, 2009).

A implementação da acessibilidade digital pode democratizar o acesso, ao auxiliar no entendimento e no controle da navegação dos usuários a conteúdos e serviços, considerando a diversidade de capacidades físico-motoras e sensoriais (IFRS, 2019b). Considerando o importante papel que a tecnologia da informação exerce na vida dos deficientes visuais e a necessidade de implementação de técnicas eficazes de acessibilidade, o presente trabalho teve como objetivo investigar métodos de avaliação de acessibilidade para pessoas com deficiência visual em *sites* gerais, discutindo as características e limitações desses métodos.

As pessoas com deficiência podem ser beneficiadas, quando se tem *sites* verdadeiramente acessíveis, podendo usufruir de informações e serviços disponibilizados. Esse benefício se estende à sociedade como um todo, uma vez que essas pessoas podem fornecer tais informações e serviços de volta a outras pessoas, contribuindo para construção de sua sociedade. A preocupação com acessibilidade na *web* tem sido evidenciada também em melhorias na imagem das empresas: quando um ambiente *web* se torna acessível, resgata-se a imagem da empresa para usuários que não conseguiam acessá-lo anteriormente, encarregando-se de fazer a propaganda para parentes e amigos, inclusive por meio de redes sociais, além de se tornar mais amigável e facilmente utilizável por uma grande extensão de indivíduos (W3C, 2022). Cenários muitas vezes improváveis tornam-se possíveis para qualquer pessoa.

1.1 Problema

Como analisar *sites* com relação a acessibilidade para pessoas com deficiência visual?

1.2 Objetivo Geral

- Definir um conjunto atualizado de requisitos para comparar métodos de acessibilidade para pessoas com deficiência visual em *sites* gerais.

1.3 Objetivos Específicos

Para atender ao objetivo geral, foram elaborados os seguintes objetivos específicos:

- Investigar métodos de avaliação de acessibilidade *web* para pessoas com deficiência visual.

- Comparar e discutir características e limitações de métodos de avaliação de acessibilidade *web* para pessoas com deficiência visual.

1.4 Organização do trabalho

O presente trabalho está organizado em 6 capítulos. O Capítulo 1 aborda a introdução, contemplando também o problema de pesquisa e objetivo geral e específicos do trabalho. O Capítulo 2 aborda o referencial teórico e trabalhos relacionados ao tema do trabalho de conclusão de curso, sendo dividido nas seções: A deficiência visual, que aborda as questões referentes ao público-alvo do projeto; Inclusão digital; Experiência do usuário, que aborda a questão da acessibilidade digital e usabilidade; e Avaliação de interfaces, que aborda sobre os métodos relacionados ao tema da pesquisa.

O Capítulo 3 refere-se à metodologia de como será realizado o trabalho, com uma breve descrição das técnicas utilizadas para o desenvolvimento. O Capítulo 4 é separado para os resultados da pesquisa. O Capítulo 5 traz as conclusões, as considerações finais da proposta e também propõe trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos, seguidos das referências bibliográficas consultadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção será apresentado o referencial teórico que tem por objetivo uma contextualização atualizada dos principais conceitos da literatura, relacionados ao tema do presente estudo, que servirão como base à posterior discussão de resultados. A seção inclui a definição de: deficiência visual, com subseções sobre acessibilidade digital e usabilidades com foco nesse público; avaliação de interfaces, com subseções sobre avaliação de acessibilidade na *web* e métodos de avaliação; e trabalhos relacionados.

2.1 A deficiência visual

De acordo com a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), deficiência é um termo geral usado para descrever um problema na função ou estrutura do corpo de um indivíduo devido a uma condição de saúde. Esta definição é trazida também pela CID-11, publicada em 2022. Assim, uma deficiência visual ocorre quando uma doença ocular afeta o sistema visual, comprometendo uma ou mais das suas funções visuais.

A referência mundial para definição do conceito de deficiência visual é a ferramenta CID, Classificação Internacional de Doenças, da Organização Mundial da Saúde (OMS). O texto da portaria nº 3.128, de 24 de dezembro de 2008, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2008), baseia-se na CID-10 (versão aprovada em 1989): “§ 1º Considera-se pessoa com deficiência visual aquela que apresenta baixa visão ou cegueira. § 2º Considera-se baixa visão ou visão subnormal, quando o valor da acuidade visual corrigida no melhor olho é menor do que 0,3 e maior ou igual a 0,05 ou seu campo visual é menor do que 20º no melhor olho com a melhor correção óptica (categorias 1 e 2 de graus de comprometimento visual do CID 10) e considera-se cegueira quando esses valores encontram-se abaixo de 0,05 ou o campo visual menor do que 10º (categorias 3, 4 e 5 do CID 10).”

A acuidade visual é uma medida simples e não invasiva da capacidade do sistema visual de discriminar dois pontos de alto contraste no espaço (ao perto e ao longe). O Relatório Mundial Sobre a Visão (OMS, 2019) sugere o uso de uma abrangência maior do conceito de deficiência visual, uma vez que indivíduos com erros refractivos (aqueles que possuem deficiências visuais que podem ser corrigidas pelo uso de lentes ou com tratamento clínico/cirúrgico) têm uma necessidade contínua de serviços de oftalmologia. O presente trabalho trata somente das dificuldades enfrentadas por deficientes visuais com baixa visão ou cegueira.

Muito além das definições técnicas já conhecidas, as definições humanísticas da deficiência são muito importantes quando o assunto é acessibilidade e inclusão. Em seu livro de 2007 "O que é Deficiência", Débora Diniz discute sobre a ideia de que a deficiência

é um conceito complexo que reconhece o corpo com lesão, mas que também denuncia uma estrutura social que oprime a pessoa deficiente, sendo assim uma estrutura também deficiente, trazendo o que podemos chamar de modelo social da deficiência (DINIZ, 2007).

O texto diz que uma lesão é a ausência parcial ou total de um membro, organismo ou mecanismo corporal defeituoso. Já a deficiência é a desvantagem ou restrição de atividade provocada pela organização social contemporânea, que pouco ou nada considera aqueles que possuem lesões físicas e os exclui das principais atividades da vida social. Desse modo, para a autora, as definições técnicas citadas anteriormente se referem ao conceito de lesão, sendo um dado corporal isento de valor, uma vez que a deficiência seria o resultado da interação do corpo com lesão na sociedade discriminatória.

Segundo Diniz (2007), o corpo com deficiência só fica evidente quando comparamos com algum corpo que não tem deficiência. Citando o escritor cego Jorge Luis Borges, que superou as dificuldades provocadas por sua deficiência, se tornando um relevante nome da literatura argentina, a autora afirma que ser cego é uma das muitas formas de se fazer presente no mundo, e nos contextos sociais existentes há pouca compreensão da diversidade corporal como diferentes estilos de vida.

Quando em ambientes *web*, um deficiente visual enfrenta dificuldades em obter as informações apresentadas em formato visual, para interagir com dispositivos diferentes do teclado, assim como para distinguir *links* e também compreender a estrutura de documentos. A implementação da acessibilidade na criação de *sites* e aplicações se torna de suma importância para esses usuários.

2.1.1 Acessibilidade digital

A acessibilidade refere-se ao ato de oferecer possibilidades de transpor as barreiras que existem na sociedade, para garantir que todas as pessoas possam participar de atividades ou utilizar recursos de forma igualitária, em diversos âmbitos sociais (IFRS, 2019a). Essas barreiras podem estar embutidas nos meios arquitetônicos, nos transportes, nas comunicações, na informação, nas ferramentas tecnológicas e, principalmente nas atitudes das pessoas. No meio digital, a busca por acessibilidade tem como objetivo que todas as pessoas possam acessar, compreender, utilizar, interagir e contribuir com o meio digital, garantindo que documentos digitais, *sites* e aplicativos não tenham barreiras de acesso, podendo ser interpretados pelos recursos de tecnologia assistiva (TA).

Tecnologias assistivas se referem às ferramentas ou recursos que proporcionam mais autonomia às pessoas com deficiência na realização de tarefas (BACH, 2009). Conforme o Instituto Federal do Rio Grande do Sul (2019), exemplos de recursos de tecnologia assistiva para acesso ao meio digital incluem os leitores de tela para pessoas cegas; ferramentas de ampliação de tela e alto contraste para pessoas com baixa visão; *mouses* e teclados adaptados para pessoas com deficiência física; tradutores de Língua Portuguesa para Libras para pessoas surdas; dentre outros.

Um entendimento equivocado comum, consiste no pensamento de que a acessibilidade digital beneficiaria apenas as pessoas com deficiência: soluções específicas para certas deficiências devem ser prioridade, mas pensar em acessibilidade digital também significa criar ambientes, ferramentas e recursos que sigam as premissas do desenho universal, ou seja, é melhor para todos. O material produzido por Mara Gabrilli (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2008) explica que esse conceito demonstra, na prática, o uso da acessibilidade digital, ao proporcionar soluções ideais para qualquer pessoa, evitando a necessidade de ambientes e produtos especiais para pessoas com deficiências, assegurando que a maior extensão possível de pessoas possa utilizar com segurança e autonomia os diversos espaços construídos e objetos.

Desse modo, ações que visam alcançar acessibilidade não necessariamente resultam em artefatos digitais com muitas versões alternativas, que atendam a públicos específicos, e sim que seu projeto será arquitetado de forma que ele atenda ao maior número de pessoas possível, inclusive às pessoas que têm alguma deficiência ou limitação e fazem uso de recursos de tecnologia assistiva (IFRS, 2019b).

Para os recursos destinados ao acesso ao computador, tais como *hardware* e *software*, utilizar os recursos de tecnologia assistiva para as mais diversas necessidades, não é o suficiente a garantir a acessibilidade digital. Desenvolvedores *web* ou *web designers* devem buscar a criação de artefatos digitais com melhores níveis de acessibilidade. Um documento a nível global muito referenciado que orienta o desenvolvimento acessível é o *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG). Este, traz recomendações e diretrizes que conferem um bom nível de acessibilidade a artefatos digitais, como a disponibilização de meios que facilitem a navegação pelo teclado, oferecimento de descrição para as imagens que transmitem conteúdo, descrição de *links* com texto explicativo, utilização de cores com uma boa relação de contraste e oferecimento de alternativas para áudio e vídeo (legenda, transcrição textual, Libras, audiodescrição).

Em relação à legislação vigente, o direito à acessibilidade digital é previsto pela Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) (BRASIL, 2015), que apresenta um capítulo dedicado exclusivamente ao acesso à informação e à comunicação e um artigo (Art. 63) que aborda a acessibilidade em *sites* no Brasil. Assim, a aplicação da acessibilidade não deve ser vista como uma melhoria ou bonificação aos usuários das ferramentas tecnológicas, e sim como um direito do cidadão.

2.1.2 Usabilidade

A norma ABNT 9241-11 (2002), equivalente à ISO 9241-11:1998 (revisada pela ISO 9241-11 de 2018) define a usabilidade como uma medida sob a qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos, alcançando eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso.

A norma ISO 9241-11:2018 explica também como identificar a informação ne-

cessária a ser considerada na especificação ou avaliação de usabilidade para dispositivos de interação visual em termos de medidas de desempenho e satisfação do usuário. Há, portanto, necessidade de identificar os objetivos do projeto, visando à eficácia, eficiência e satisfação, assim como o contexto de uso, e de apontar atributos mensuráveis e verificáveis em avaliações de usabilidade (ABNT, 2002).

Os conceitos de acessibilidade e de usabilidade em si possuem focos diferentes, os problemas de usabilidade podem causar impactos a qualquer usuário, mas os problemas de acessibilidade são aqueles que resultam em exclusão de grupos de pessoas por não contemplar seus aspectos biopsicossociais. Apesar disso, um apontamento importante é o de que acessibilidade e usabilidade são conceitos que devem ser integrados. A falta da combinação desses conceitos resulta em diferentes barreiras para os usuários (GONÇALVES; BERGAMO, 2021). Uma interface que não é acessível a um usuário que possui certo tipo de deficiência não pode ser avaliada como tendo boa usabilidade, assim, não é possível efetivamente existir usabilidade sem que exista acessibilidade.

2.2 Avaliação de interfaces

Uma avaliação de interfaces se refere ao processo sistemático de coleta de dados que vão informar ao avaliador o modo como determinado(s) usuário(s) utiliza(m) um produto para realizar uma tarefa em um certo tipo de ambiente digital. Essa avaliação pode aferir a qualidade de um projeto de interface, identificar problemas de interação, comparar alternativas de projeto, investigar como a interface afeta a forma de trabalho do usuário e verificar conformidade a padrões e diretrizes. A avaliação da interface, portanto, verifica se um usuário consegue realmente utilizar um produto e realizar as tarefas pretendidas, além de outros aspectos importantes relacionados à sua experiência e qualidade do produto digital (BACH, 2009).

Prates e Barbosa (2003) discorreram sobre as características de um método de avaliação. Essas são determinadas para cada etapa a ser seguida, por exemplo, em uma etapa do ciclo do *design* é possível avaliar uma interface durante a fase de projeto (caracterizando-se como avaliação formativa) e quando o produto está finalizado (caracterizando-se como avaliação somativa). Durante a fase de coleta de dados, dependendo dos recursos disponíveis e do objetivo da avaliação, várias técnicas podem ser utilizadas, seja a coleta da opinião de usuários por meio de questionários e entrevistas, e observação de usuários durante sua interação com o sistema. Quando não é possível a observação do usuário de forma presencial pode-se coletar informações através de registros como gravações em vídeo ou em arquivos de *log*, que permitem registrar histórico de alterações.

Quanto aos tipos de dados coletados, estes podem ser classificados em quantitativos ou qualitativos. Os primeiros são representados numericamente (como tempo para execução da tarefa e número de erros ocorridos) e avaliam a eficiência e produtividade do sistema, permitindo análises comparativas entre projetos de interface. Os dados qualitativos (como

listas de problemas enfrentados durante a interação e sugestões para melhorar o projeto de interação) identificam características da interface e descrevem a interação do usuário com o sistema, podendo ser categorizados.

Já em relação à análise dos dados coletados, pode-se classificar a avaliação como: preditiva, onde é realizada uma inspeção de interface e os dados coletados de especialistas são utilizados para prever tipos de problemas que os usuários poderão ter; interpretativa, onde os dados coletados após interação do usuário com o sistema em ambientes sem interferência dos avaliadores; ou experimental, caso os dados sejam coletados em ambientes controlados, sendo analisados em função de variáveis controladas.

2.2.1 Avaliação de acessibilidade na *web*

Uma avaliação de acessibilidade na *web* identifica barreiras no acesso a *sites* e os comunica aos desenvolvedores para que sejam corrigidos, sendo aplicada já no começo do desenvolvimento do *site* e ao longo de toda a sua vida útil, para monitorar e garantir a acessibilidade a longo prazo.

O W3C já publicou mais de cem padrões de código, como HTML e CSS, além de promover o uso de padrões para que as páginas *web* sejam acessíveis a todos. O WCAG, já em sua versão 2.1 de 2019, traz Diretrizes de Acessibilidade para conteúdo *web*. Esse documento recomenda que uma avaliação de acessibilidade inclua etapas de: execução de uma revisão preliminar de acessibilidade; avaliação da conformidade com as diretrizes; avaliação da acessibilidade envolvendo usuários com deficiências; e envolvimento de especialistas de diferentes áreas. Desse modo, um conjunto de ações de avaliação são executadas, cada uma com objetivos específicos, utilizando-se recursos de *software* e *hardware* (W3C, 2022).

Para tanto, podem ser utilizadas ferramentas automáticas ou validadores automáticos, que são *softwares* para auxiliar na verificação de acessibilidade de *sites*, identificando a conformidade do código fonte do *site* (HTML e CSS) em relação a diretrizes de acessibilidade.

2.2.2 Métodos de avaliação

O principal questionamento de desenvolvedores *web*, em relação à acessibilidade de seus produtos, se refere a como saber se o *site* desenvolvido é realmente acessível. A resposta é encontrada através das avaliações de acessibilidade, que são componentes importantes da acessibilidade na *web*, e que consistem em processos que objetivam encontrar barreiras de acessibilidade nos ambientes *web*, possibilitando que sejam corrigidas (IFRS, 2019b). Os métodos de avaliação de acessibilidade são variados e dependem de uma série de fatores e objetivos dos desenvolvedores.

Os validadores automáticos facilitam a detecção de erros e falhas ao profissional desenvolvedor, de forma mais rápida. Porém, essas ferramentas sozinhas não detectam

todos os problemas de acessibilidade de um *site*. As propostas mais eficientes envolvem a combinação de validações automáticas e verificações manuais e cada método pode também ser usado em conjunto com outros, sendo realizados em etapas que se complementam. Os principais métodos de avaliação de acessibilidade empregados incluem (BACH, 2009):

- Submissão a testes com validadores de código;
- Avaliação manual (podendo ser de vários tipos como avaliação da conformidade com diretrizes, avaliação com especialistas e avaliação com usuários com deficiência);
- Verificação por *checklist*; e
- Utilização de validadores automáticos.

As análises manuais podem ser realizadas por usuários reais, utilizando diferentes tipos de tecnologia ou por especialistas na área de acessibilidade em ambientes *web*, além de requerer conhecimento aprofundado do desenvolvedor acerca de diferentes tecnologias, de barreiras de acessibilidade enfrentadas por pessoas com deficiência e de técnicas ou recomendações de acessibilidade. A avaliação humana é indispensável para avaliar a clareza da linguagem, a facilidade da navegação, dentre outros aspectos da acessibilidade. Normalmente, utilizam-se os métodos de validação automáticos nas fases iniciais do desenvolvimento de um *site* (BACH, 2009).

Como exemplos de avaliadores automáticos de acessibilidade, pode-se citar o ¹*AccessMonitor*, um avaliador português e o brasileiro ²ASES (Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios). Nestes, insere-se o *link* da página a ser avaliada e os avaliadores geram um relatório detalhado dos problemas detectados. Muitos dos critérios para sucesso e necessidades específicas citados pelas diretrizes são difíceis de verificar somente com o uso de testes automatizados, pois não consideram a importância de cada funcionalidade nem especificidades da programação ou do *design* do *site* (SOUZA; CARDOSO; PERRY, 2019).

2.3 Trabalhos relacionados

No intuito de enriquecimento científico do presente trabalho, foram encontrados trabalhos atuais e com temas semelhantes para compor esta seção. O Google Acadêmico (*Scholar Google*) foi o buscador escolhido para realização das buscas. Dentre os critérios de inclusão estão o período das publicações, entre o ano de 2002 ao ano de 2022, trabalhos que abordam propostas de método de avaliação de acessibilidade, e também trabalhos que considerem seu objeto de estudo somente *sites*. Para o *string* de busca utilizou-se as palavras-chave a seguir, juntamente com o operador Booleano *AND*. - Método de avaliação; - Acessibilidade; - Pessoa com deficiência visual. Foram selecionados três estudos que também objetivaram analisar métodos de avaliação de acessibilidade, identificando vantagens e desvantagens. Essa seção apresenta os resultados obtidos nos estudos selecionados.

¹Disponível em: <https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt>.

²Disponível em: <https://asesweb.governoeletronico.gov.br>.

2.3.1 Trabalhos relacionados

Em estudo Silva et al. (2021) propõem apresentar o resultado de verificação dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA's), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), sob a perspectiva de acessibilidade *web* para deficientes visuais. O autor utilizou ferramentas de análise automática de acessibilidade no AVA do IFPE-EAD, um dos principais meios de acesso à Educação a Distância da instituição. A metodologia da pesquisa utilizou uma abordagem, qualitativa e quantitativa, e de caráter exploratório-descritivo aplicada por meio de uma ferramenta de avaliação automática de código *web*. Teve também como referência o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-MAG).

Foram utilizadas ferramentas como o programa Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios (ASES), e *AccessMonitor*, avaliador baseado na referência do modelo WCAG 2.0, fazendo uso da sistematização na superposição dos dados das seis seções do e-MAG: marcação, comportamento, conteúdo/informação, apresentação/*design*, multimídia e formulários. A ferramenta *AccessMonitor* atribui uma pontuação à página analisada, a partir de uma escala de 0 a 10: Muito má (equivale a pontuação = 1); Má (pontuação = 2 ou 3); Regular (pontuação = 4 ou 5); Boa (pontuação = 6 ou 7); Muito boa (pontuação = 8 ou 9); Excelente (pontuação = 10).

Com base nos relatórios gerados pelas ferramentas, foi possível interpretar e analisar os erros e avisos, pois são gerados critérios de análise das linhas de código fonte com as informações necessárias para que o desenvolvedor possa atuar no código e na análise dos dados. Os autores explicam que os erros se referem ao conteúdo que torna o entendimento de um arquivo muito difícil e os avisos são conteúdos que podem dificultar o entendimento de um arquivo por parte dos usuários com deficiência.

As análises realizadas através das ferramentas ASES e *AccessMonitor* contribuíram para uma leitura especializada em relação à acessibilidade do *site* do AVA IFPE-EAD, identificando erros e avisos e realizando uma análise minuciosa do código, deixando explícito para o desenvolvedor a parte do código que precisará de alterações, o que torna a avaliação de acessibilidade *web* mais rápida e menos trabalhosa. Porém, os autores ressaltam que os validadores automáticos sozinhos não conseguem determinar se um *site* está ou não acessível e a utilização de mecanismos de validação humana seriam necessários.

Para realizar uma validação manual de qualidade, o desenvolvedor deve possuir conhecimento acerca da gestão de diferentes tecnologias, sobre as barreiras de acessibilidade enfrentadas por pessoas com deficiência e as técnicas ou recomendações de acessibilidade *web*. Os resultados obtidos nesta pesquisa apontam a real necessidade de melhorias, bem como são citadas práticas de gestão de TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) como forma de evitar ou diminuir as falhas de acessibilidade de um sistema *web*.

Em outro estudo, Souza, Cardoso e Perry (2019), foi realizada a avaliação da acessibilidade em um MOOC (*Massive Open Online Courses*) disponível na Lúmina,

plataforma com cursos auto instrucionais, com inscrição livre e acesso gratuito a um número ilimitado de participantes. Foi selecionado pelos autores o MOOC “Desconstruindo o racismo na prática”, da área de Educação Permanente. Os recursos de aprendizagem do MOOC são multiformato, integrando vídeos com tradução em Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), legendas para Surdos e Ensurdecidos (LSE) e audiodescrição (AD); material textual disponibilizado em PDF, áudio (MP3) e/ou arquivo editável (DOC ou TXT) para impressão em tinta e Braille, incluindo a descrição de imagens.

Para a avaliação de acessibilidade, os autores escolheram uma ferramenta, compatível com a versão 2.1 (2019) das diretrizes da W3C, o serviço de inspeção *A-web* da empresa *Make-Sense*, que funciona por meio de um *script* que deve ser inserido no *<header>* da página inicial, que se comunica com o *site* da empresa, fazendo uma varredura por todo o *website*. Também foi usada a ferramenta *AcessMonitor*, como no estudo citado anteriormente, que não está na lista do W3C, mas que é gratuita e compatível com a versão 2.0 das diretrizes. Diferentemente da pontuação em escala atribuída pela *AcessMonitor*, a com a ferramenta *A-web*, é preciso fazer o teste página a página.

A avaliação automática de acessibilidade executada com o *AcessMonitor* classificou o MOOC com uma boa prática de acessibilidade, no entanto, a ferramenta *A-web* retornou uma quantidade maior de problemas. Os autores explicam que essa diferença entre os resultados das duas ferramentas resulta da forma como as páginas são analisadas. A *A-web* inspeciona todas as páginas da plataforma e do curso, sem identificar telas e interfaces que não são visualizadas pelos estudantes.

Os autores citam outros trabalhos que mostram que as configurações de acessibilidade disponíveis no MOOC são capazes de fornecer mais autonomia aos participantes com deficiência e aumentaram significativamente a permanência desses participantes durante o curso.

Com relação às limitações das ferramentas automáticas, os autores, assim como nas conclusões do artigo citado anteriormente, listam motivos pelos quais as ferramentas automáticas de avaliação de acessibilidade, embora valiosas, não devem ser a única forma de inspeção. Estas não diferenciam funcionalidades dos *websites*, ou seja, não é possível priorizar as necessidades de mudança; não avaliam elementos que não sejam código fonte; e não diferenciam papéis dentro da plataforma.

A conclusão é a de que a integração de diferentes métodos de avaliação de acessibilidade é indispensável. Além disso, alguns problemas detectados não são necessariamente da plataforma de MOOCs, mas, sim, de ferramentas, de editores ou outros recursos que são usados na plataforma, e adequações que forem feitas somente no código da plataforma podem não ser suficientes para cumprir os critérios de acessibilidade.

Durante a realização das buscas foi encontrada uma dissertação de mestrado, que apesar de estar fora do período de tempo determinado pelo escopo de pesquisa, apresenta um tema relevante como um trabalho relacionado, justificando sua citação.

A dissertação de Bach (2009) teve como objetivo avaliar uma série de métodos de avaliação de acessibilidade para sistemas, através de um estudo comparativo, no qual esses estudos pudessem contribuir na identificação de prós e contras dos métodos avaliados e auxiliar desenvolvedores *web* na criação de avaliações de acessibilidade. A partir do objetivo principal derivou-se os objetivos intermediários, dos quais um buscava realizar um estudo de caso múltiplo visando avaliar acessibilidade desses *sites* seguindo métodos de avaliação de acessibilidade, um desses métodos seria a avaliação com usuários com deficiência visual.

Realizou-se, inicialmente, uma etapa de pesquisa bibliográfica abordando os assuntos acessibilidade, diretrizes de acessibilidade e ferramentas automáticas de avaliação de acessibilidade. A partir dos resultados dessa etapa foram realizados estudos comparativos sobre diretrizes de acessibilidade e sobre ferramentas automáticas de avaliação de acessibilidade.

O estudo de caso múltiplo observou os resultados obtidos na avaliação de acessibilidade de três *sites* utilizando os mesmos três métodos de avaliação de acessibilidade em cada um dos *sites* e a avaliação teve caráter somativo. Para coleta de dados foram aplicados questionários, tabulação dos resultados obtidos com validadores automáticos de acessibilidade e observação de participantes do processo de avaliação, incluindo pessoas com deficiência visual e especialistas em acessibilidade.

Alguns dos problemas de acessibilidade encontrados, relacionados à forma de navegação, não foram identificados pelo grupo de especialistas, foram identificados apenas pelos participantes com deficiência visual. A autora cita que foi possível verificar que, no caso de uma página que foi considerada acessível por outra ferramenta em um trabalho relacionado, foram encontrados problemas de acessibilidade durante a avaliação com usuários.

A autora apresenta uma lista de recomendações que detalham os aspectos a serem considerados na elaboração de uma avaliação de acessibilidade, diferentemente das diretrizes do W3C que apresentam somente aspectos gerais sobre os métodos de avaliação. Exemplos das recomendações listadas, incluem escolher validadores automáticos com bons resultados em ferramentas de *benchmarking* de validadores automáticos e conhecer os pontos de verificação que são avaliados efetivamente pelos validadores escolhidos (para Avaliação com Validadores Automáticos); caso não existam especialistas em acessibilidade, treinamento de um time especializado (para Avaliação com Especialistas); propor a execução de tarefas no *site* de modo a guiar o processo de avaliação e utilizar equipamentos (computador e leitor de tela) que o usuário está acostumado (para Avaliação com Usuários com Deficiência Visual); dentre outras citadas pela autora.

2.3.2 Considerações finais sobre trabalhos relacionados

Os estudos apresentados nesta seção relataram pesquisas referentes à avaliação de métodos de avaliação de acessibilidade, assim como o presente trabalho. Na presente monografia, o foco está em comparar e analisar métodos de avaliação de acessibilidade em *sites* gerais, para usuários deficientes visuais, enfatizando-se os requisitos imprescindíveis para escolha de um método eficaz de avaliação de acessibilidade, a partir das duas categorias apresentadas que utilizam ferramentas automáticas e avaliação humana. As características e limitações apresentadas e discutidas na utilização de cada método contribuirão para que a legislação seja realmente cumprida e que a navegação em ambientes *web* por usuários com deficiência visual aconteça de acordo com o que é seu direito.

3 METODOLOGIA

A metodologia científica consiste no estudo da organização e dos caminhos a serem percorridos para chegar ao objetivo proposto. Serão apresentadas as características que classificam a presente pesquisa quanto à abordagem, à natureza, aos objetivos e aos procedimentos. Também serão descritos os métodos utilizados durante o desenvolvimento do estudo.

3.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa possui abordagem qualitativa, na qual não há preocupação com representação numérica dos dados e resultados; a análise não envolverá dados mensuráveis, mas sim dados conceituais e de relações (GERHARDT et al., 2009).

Quanto à sua natureza, esta pesquisa pode ser classificada como pesquisa aplicada, uma vez que tem como objetivo gerar uma base de conhecimentos que poderá ser usada para aplicação prática de forma dirigida a soluções de um problema específico, no caso, a soluções de acessibilidade para deficientes visuais em *sites* gerais. Em relação aos objetivos do presente estudo baseiam-se em uma pesquisa explicativa, em que aprofundam-se conhecimentos sobre determinado problema para apresentar razões e explicações, a partir dos resultados obtidos.

Por fim, é indispensável selecionar o método de pesquisa que será utilizado, ou seja, os procedimentos específicos que possibilitam uma investigação sistemática, obtenção de resultados condizentes com a realidade e proposição de intervenção plausível. De acordo com as características da pesquisa, quanto aos seus procedimentos, pode-se classificar a pesquisa como do tipo bibliográfica, que por sua vez é realizada a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas em base de dados, dentre outras fontes de informação confiáveis.

3.2 Etapas da pesquisa

Para o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso serão realizadas três etapas. A primeira consiste na realização de Revisão Sistemática da Literatura (RSL), seguida de uma pesquisa em bola de neve a partir dos artigos encontrados na revisão. Na segunda etapa, com os textos selecionados, é realizada uma análise e um estudo comparativo dos métodos de avaliação de acessibilidade em *sites* gerais para deficientes visuais, com posterior consolidação de conclusões resultantes da segunda etapa em forma de requisitos fundamentais para tais métodos, sendo esta a terceira e última etapa. A seguir, é descrito o detalhamento de cada uma das etapas.

3.2.1 Revisão Sistemática de Literatura

A realização de uma revisão de literatura evita a duplicação de pesquisas e permite o reaproveitamento ou a aplicação de pesquisas em diferentes escalas e contextos (GALVÃO; RICARTE, 2020). Seu principal objetivo para este trabalho é permitir o desenvolvimento de um estudo que cubra uma brecha na literatura trazendo real contribuição para o campo da acessibilidade digital. Esta revisão deve seguir protocolos específicos, de forma sistemática, para dar coerência a um grande conjunto de documentos acerca do tema proposto.

As etapas que compõem seu desenvolvimento incluem a delimitação da questão a ser tratada na revisão, a seleção das bases de dados bibliográficos que serão consultadas, a elaboração de estratégias para busca avançada (definição de *strings* de busca) e a definição de critérios de inclusão e exclusão de referências (seleção de textos e sistematização das informações encontradas).

3.2.1.1 Delimitação da questão-problema

A Revisão Sistemática de Literatura busca responder à questão elaborada a partir do problema abordado pelo presente estudo, como mencionado no capítulo de introdução: Como analisar *sites* com relação a acessibilidade para pessoas com deficiência visual?

3.2.1.2 Seleção de bases de dados

Para buscar informações realmente relevantes, as bases de dados devem ser compatíveis com a temática a ser desenvolvida, nesse caso bases que possuem conteúdos informacionais voltados à área da Ciência e Tecnologia da Informação. Desse modo, as bases de dados selecionadas para a presente pesquisa são:

- Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes): base de dados de acesso restrito (mediante convênio institucional) que traz expressiva quantidade de livros integrais, artigos de periódicos, patentes, normas, teses e dissertações, e revistas internacionais e nacionais de todas as áreas do conhecimento;

- *Science Direct*

- *ACM Digital Library*: compreende trabalhos da área de Tecnologia da Informação desde a década de 1950;

3.2.1.3 Definição de *string* de busca

Como estratégia para busca avançada, considerando a questão-problema "Como analisar *sites* com relação a acessibilidade para pessoas com deficiência visual?", o mapeamento terminológico resultou nos seguintes conjuntos de termos ou sinônimos:

- Avaliação;

- Acessibilidade; e

- Deficiência Visual.

Uma vez realizado o mapeamento terminológico, será usado o operador booleano *AND* (e) para construção do *string* de busca, que equivale à interseção. Assim, o *string* que será utilizado em cada base de dados é "(avaliação) *AND* (acessibilidade) *AND* (deficiência visual)".

3.2.1.4 Definição de critérios de inclusão e exclusão

Foram selecionados artigos para análise, a partir dos critérios a seguir.

De inclusão:

- Estudos publicados no período de 2002 a 2022;
- Artigos escritos em Português;
- Artigos escritos em Inglês;
- Com disponibilidade de texto completo em suporte eletrônico;
- Trabalhos que abordam proposta de método de avaliação de acessibilidade; e
- Trabalhos que considerem como objeto de estudo somente *sites*.

De exclusão:

- Livros ou capítulos de livros;
- Relatórios técnicos e científicos; e
- Documentos Ministeriais.

Os artigos selecionados foram lidos e uma análise comparativa foi realizada na seção de resultados do presente trabalho.

3.2.2 Pesquisa em bola de neve

Além dos artigos encontrados diretamente a partir da RSL, foram lidas referências importantes dentro dos mesmos, o que possibilitou selecionar mais artigos que apresentaram métodos de avaliação de acessibilidade interessantes e que se encaixavam nos critérios de inclusão do presente estudo. Essa técnica foi uma adaptação da amostragem em bola de neve em pesquisas de campo onde, de forma não probabilística, são selecionadas inicialmente pessoas "semente" com o perfil necessário e em seguida outros participantes são encontrados por indicação dessas sementes (VINUTO, 2014). Essa técnica foi importante para maior detalhamento do que de fato já foi testado na literatura e os resultados dessa etapa são apresentados na seção 4.1 do presente trabalho.

3.2.3 Análise de métodos de avaliação de acessibilidade

A partir dos textos selecionados, foi realizada uma análise dos métodos de avaliação de acessibilidade em *sites* gerais para deficientes visuais, com base em um estudo comparativo demonstrando convergências, divergências, vantagens e desvantagens entre os métodos encontrados.

3.2.3.1 Estabelecimento de conjunto de requisitos

A terceira e última etapa consiste na consolidação de conclusões resultantes da segunda etapa em forma de requisitos fundamentais que podem ser utilizados para desenvolvimentos posteriores de métodos de avaliação de acessibilidade em *sites* gerais para deficientes visuais, que podem servir como base em avaliações de acessibilidade e trazer mais eficiência a esse processo.

4 Resultados

4.1 Revisão sistemática de literatura e pesquisa em bola de neve

Nessa seção, a partir da pesquisa com as palavras-chave definidas na seção 3.2.1.3, serão apresentados quantos artigos foram retornados na pesquisa em cada base de dados escolhida, e quais cumpriam os critérios de inclusão estabelecidos, como apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado da Revisão Sistemática de Literatura.

<i>Base de dados</i>	Quantidade de resultados retornados	Artigos Inclusos	Método bola de neve
<i>CAPES</i>	58	Universidade Aberta do Brasil: uma avaliação de acessibilidade com usuários com deficiência visual total e com baixa visão. (Monteiro; Silveira; Ferreira, 2013)	Avaliação de acessibilidade na <i>web</i> : estudo comparativo entre métodos de avaliação com a participação de deficientes visuais. (Bach 2009)
<i>Science Direct</i>	5	Nenhum sob critério de inclusão	
ACM	224	Avaliação da acessibilidade de <i>websites</i> por usuários com deficiência (Freire; Lara; Fortes, 2013).	Comparing accessibility evaluation tools: a method for tool effectiveness. (Brajnik, 2004)
		Estudo comparativo utilizando uma ferramenta de avaliação de acessibilidade para <i>Web</i> . (Tangarife; Mont'Alvão, 2005)	

Após a busca com a utilização das palavras-chave, com aplicação de filtro para estudos publicados no período de 2002 a 2022, para cada base de dados escolhida, foi lido o título e o resumo de cada resultado retornado. Assim, seguindo os critérios de inclusão e exclusão definidos na seção 3.2.1.4 do presente estudo, foram selecionados os artigos que foram incluídos na análise. Dois artigos, também incluídos, Carvalho, Cagnin e Paiva (2017) e Castelli et al. (2015) foram utilizados a partir de recomendação do professor orientador.

4.2 Análise de métodos de avaliação somente com ferramentas automáticas

No artigo “Estudo Comparativo Utilizando uma Ferramenta de Avaliação de Acessibilidade para *Web*”, Tangarife e Mont’Alvão (2005) demonstraram a aplicação de uma ferramenta automática de avaliação de acessibilidade em um *site* relacionado ao governo federal brasileiro. Segundo os autores, os validadores automáticos verificam a sintaxe das páginas, o que facilita a identificação de problemas de acessibilidade, retornando relatórios com alertas de erros e avisos. Cada erro retornado pode, por exemplo, garantir que o *site* forneça um equivalente textual a cada elemento não textual, dentre outras situações.

Os autores aplicaram a única ferramenta automática brasileira “Da Silva” no *site* da Eletrobras, vinculado ao Ministério de Minas e Energia. A ferramenta permite a escolha das diretrizes de acessibilidade a serem utilizadas como referência: a *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), elaboradas pelo W3C (*World Wide Web Consortium*), principal referência mundial em termos de acessibilidade na *Web*; ou o Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico (e-MAG), elaborado pelo Departamento de Governo Eletrônico, em parceria com a ONG Acessibilidade Brasil, baseado em normas adotadas por diversos países, mas com indicações simplificadas e priorizações adaptadas às necessidades do contexto brasileiro.

A aplicação da ferramenta no *site* escolhido retornou, para cada modelo de referência, um relatório com alertas de erros e avisos, divididos em categorias referentes às classificações de prioridade estabelecidas pelas próprias diretrizes. Os autores apresentaram em tabelas as quantidades de erros e avisos retornadas para cada nível de prioridade. Houve discrepância significativa entre as quantidades retornadas nas análises a partir de cada diretriz.

Outro artigo denominado “Avaliação de Acessibilidade de *Web Sites* de Governos Estaduais do Brasil” avaliou *sites* oficiais dos governos dos estados do Brasil de acordo com os critérios de acessibilidade indicados no WCAG 2.0 utilizando duas ferramentas automáticas, *Functional Accessibility Evaluator 2.0* (FAE) e *AChecker*, e uma métrica, *Web Accessibility Barriers* (WAB). A partir da análise com a ferramenta *AChecker*, os autores apresentaram os resultados em três gráficos, relacionados aos níveis de prioridade das diretrizes WCAG, que apontavam uma média da quantidade de erros encontrados para cada estado brasileiro (CARVALHO; CAGNIN; PAIVA, 2017).

A partir da análise com a ferramenta FAE, foram apresentados os resultados em uma tabela com o total de erros das páginas, número de páginas, número de conformidades e média de critérios desrespeitados para cada estado. Aqui cabe observar que os autores justificaram a escolha de utilizar somente o WCAG como modelo de referência apenas devido à credibilidade do consórcio W3C. Tratando-se de uma análise com foco em *sites* governamentais brasileiros, o e-MAG poderia ser utilizado como referência, uma vez que foi elaborado com o propósito de analisar especificidades nacionais em acessibilidade.

O último teste realizado por Carvalho, Cagnin e Paiva (2017) foi a aplicação de uma métrica. Os autores avaliaram um estudo de Vigo e Brajnik (2011) que avaliava métricas já existentes para avaliação de acessibilidade e escolheram a métrica WAB (*Web Accessibility Barrier*) por ter alcançado os níveis mais altos de qualidade. A partir dos resultados encontrados pela ferramenta *Achecker*, foram colocados em uma equação os seguintes dados ou erros, considerados barreiras de acessibilidade: total de erros das páginas, número de páginas, número de conformidades, média de critérios desrespeitados, total de páginas do *site*, total de erros encontrados, número de erros e número de erros potenciais. A equação relaciona esses erros de modo inversamente proporcional ao nível WCAG, resultando em notas que indicaram erros potenciais para os níveis A, AA e AAA. Tais notas são apresentadas em uma tabela para cada estado avaliado e, quanto menor o valor obtido, melhor é a acessibilidade da página.

As conclusões apresentadas por Carvalho, Cagnin e Paiva (2017), são quantitativas, mostrando a quantidade de erros para cada página analisada, sendo muito semelhantes às apresentadas por Tangarife e Mont'Alvão (2005) e Brajnik (2004). Somado a isso, os autores não explicam mais detalhadamente os níveis de qualidade inferidos por Vigo e Brajnik (2015) para escolha da métrica WAB e os resultados referentes à sua aplicação são relatados de forma resumida. Além da própria limitação apresentada pelos autores de que a métrica não possui um limite superior definido, tornando-se dependente do número de diretrizes que estão sendo analisadas, o que pode-se concluir é que a métrica resume os resultados em apenas um único valor, em forma de nota, mas que nenhuma melhoria em relação à acurácia nem complementaridade às ferramentas automáticas foi realmente provada.

Os autores buscaram investigar também se poderia haver relação entre os resultados da avaliação de acessibilidade, correlacionado índices como PIB (Produto Interno Bruto) e IDH (Índice de Desenvolvimento Humano). Os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais são os que mais se destacam em relação ao PIB e de uma forma geral os autores notaram que a avaliação usando a ferramenta *AChecker*, sequer alcançaram o nível A de acessibilidade, quanto à ferramenta FAE observou-se um grande número de erro e quanto à avaliação usando a métrica WAB, os três estados não ficaram entre os dez melhores colocados. Dos estados que apresentam os maiores índices de IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano para Municípios), Distrito Federal, São Paulo e Santa Catarina, também ficou constatado que não há relação entre esse indicadores e o nível de acessibilidade dos *sites* do governo. Desse modo, os autores afirmam que bons indicadores de qualidade de vida não evidenciam que a população com deficiência visual possa ser beneficiada com *sites* mais acessíveis (CARVALHO; CAGNIN; PAIVA, 2017).

Nos estudos selecionados, nos quais se utilizou apenas ferramentas automáticas em avaliação de acessibilidade, são apresentadas conclusões convergentes, em especial, a de que cada ferramenta de avaliação de acessibilidade implementa um determinado

algoritmo, e por isso ocorrem discrepâncias quantitativas bastante significativas quando se considera diferentes ferramentas. Além disso, como bem reforçado por de Carvalho, Cagnin e Paiva (2017), há a limitação de que muitos critérios de sucesso definidos nas diretrizes de referência possuem caráter subjetivo, não podendo ser avaliados pelas ferramentas automáticas.

A partir do discutido, a validação da acessibilidade em *sites*, portanto, deve ser feita por meio de avaliação com ferramentas automáticas somada a uma avaliação humana, com a participação de usuários com deficiência. Os métodos automáticos podem fornecer uma resposta rápida baseada na identificação de presença ou ausência dos padrões recomendados, mas não são capazes de identificar todas as nuances da acessibilidade. Validadores checam o quesito acessibilidade a partir de sintaxe de código, entretanto a sintaxe correta não garante que este recurso estará realmente acessível, como por exemplo a funcionalidade de descrição de uma imagem que pode estar presente no *site*, mas que não condiz com que realmente representa a imagem, além de todas as limitações relatadas. A avaliação humana pode ajudar a garantir a clareza da linguagem e a facilidade da navegação e alguns pontos somente são verificados através de uma validação humana. (TANGARIFE; MONT'ALVÃO, 2005)(BACH, 2009).

Freire, Lara e Fortes (2013), em minicurso sobre avaliação da acessibilidade de *websites* por usuários com deficiência, apresentam as principais técnicas e conceitos para realização de avaliações, afirmando que a inclusão de pessoas com deficiência nos espaços *web* é um dos grandes desafios, mas que é essencial para que essas pessoas tenham acesso a serviços rotineiros e de entretenimento. Os autores também confirmam a relevância de realizar testes com usuários, demonstrando que os resultados obtidos apontam que cerca de 50% dos problemas que foram encontrados por usuários cegos em *sites* não são cobertos pelo uso da referência WCAG 2.0, além disso afirma que esses erros de acessibilidade considerados mais complexos somente são identificados quando usuários reais executam interações em *sites* (FREIRE; LARA; FORTES, 2013).

A Tabela 2 apresenta os principais pontos de convergência e divergência encontrados entre os estudos descritos na análise comparativa que utilizam método de avaliação de acessibilidade com ferramenta automática.

Tabela 2 – Resultado da análise comparativa: convergências e divergências dos estudos com avaliação automática

Autor	Tangarife; Mont'Alvão (2005)	Carvalho; Cagnin; Paiva (2017)
Cada ferramenta de avaliação de acessibilidade implementa um determinado algoritmo, ocorrendo discrepâncias quantitativas significativas de resultados com diferentes ferramentas.	X	X
Muitos critérios das referências possuem caráter subjetivo, não podendo ser avaliado pelas ferramentas automáticas.	X	X
Ocorrem discrepâncias significativas quando são utilizadas diferentes diretrizes.	X	

4.3 Requisitos para comparação de métodos de avaliação com ferramentas automáticas

A partir das observações e constatações do estudo comparativo entre os estudos analisados, nesta seção será proposto um conjunto de requisitos que envolvem os principais procedimentos na estrutura dos métodos que utilizam ferramentas automáticas (seleção da ferramenta, especificidade e compatibilidade da diretriz de referência) e seus principais gargalos.

4.3.1 Seleção da ferramenta

A seleção da ferramenta de avaliação automática a ser utilizada deve ser feita de acordo com as necessidades primárias de cada projeto. Carvalho, Cagnin e Paiva (2017) selecionaram a ferramenta levando em consideração a indicação por órgão de referência como o W3C e critérios de escolha como: ser *free/open source*; estar de acordo com a versão mais recente; prover uma listagem e contagem de erros detalhados; e verificar todos os níveis da referência. Também é essencial utilizar mais de uma ferramenta para análise, com o objetivo de que os resultados se complementem (BACH, 2009).

4.3.2 Especificidade

A escolha de uma ferramenta avaliadora depende do número de possíveis erros de acessibilidade que podem ser detectados e, quanto maior a complexidade de problemas que esta pode detectar e especificar, conseqüentemente maior utilidade terá a quem está aplicando a avaliação. Como discutido, os resultados de eficácia das avaliações com ferramentas automáticas são apresentados em números, que apresentam grandes

divergências entre diferentes ferramentas. Desse modo, a especificidade da ferramenta não está diretamente relacionada com eficácia dela, como aponta Brajnik (2004), duas ferramentas hipotéticas, na qual uma aparentemente tem mais funcionalidades, mas não é possível dizer que uma é melhor que outra, sem fazer testes específicos com revisão humana que irão apontar qual ferramenta fornece sugestões mais contextuais e úteis.

4.3.3 Compatibilidade da diretriz de referência

Com a necessidade de acessibilização de um *site*, visando atender funcionalidades requisitadas, deve-se atentar ao validador pretendido, analisando qual referência ou diretriz de acessibilidade este validador segue. Como Tangarife e Mont'Alvão (2005) demonstram, ao utilizar referências diferentes como WCAG ou e-MAG mas utilizando o mesmo validador, são obtidos resultados que divergem, uma vez que as diretrizes podem ser elaboradas a partir de diversos outros documentos até mesmo de outros países. Além disso, a escolha de diretrizes de origem em órgãos consolidados, garante que haja constantes revisões desses documentos, sendo essencial atentar para que sejam utilizadas diretrizes atualizadas, o que pode afetar diretamente a eficácia da análise de acessibilidade (CASTELLI et al., 2015).

A escolha da diretriz adequada, apesar de não garantir que um *site* seja realmente acessível, é um ótimo início para construir um método de avaliação de acessibilidade que detecta e mostra erros corretamente, sendo um ponto de partida para avaliar a integridade das ferramentas automáticas (BRAJNIK, 2004).

4.4 Análise de métodos de avaliação com avaliação humana

O foco na avaliação de *sites* relacionados a portais governamentais é um critério interessante quando se trata de acessibilidade, sendo relevante para garantir também o exercício de cidadania por parte do usuário com deficiência visual ao possibilitar o completo acesso a funcionalidades *online* e à informação disponibilizados pela administração pública de sua localidade. Seguindo essa linha de Tangarife e Mont'Alvão (2005) e Carvalho, Cagnin e Paiva (2017), como apresentado na seção 4.2, Castelli et al. (2015) é um artigo que tem como objeto de estudo os portais governamentais, porém utilizando como método de análise a combinação da aplicação de ferramenta automática com uma avaliação humana.

Nesse estudo, a amostra consistiu nos *sites* dos dez municípios mais populosos do estado do Paraná. A primeira etapa do método foi a utilização da ferramenta automática Da Silva, que utiliza o e-MAG versão 3.0 como referência, seguida da segunda etapa, que teve o objetivo de realizar uma avaliação destes mesmos portais com cinco usuários cegos, membros da Associação Cascavelense de Deficientes Visuais (ACADEVI), para validar os achados da primeira etapa.

A autora apresenta os resultados da aplicação da ferramenta automática Da Silva na forma de uma tabela com o número total de erros retornados e a frequência com

que cada um ocorreu, distribuídos de acordo com os *sites* de cada município avaliados, mostrando também o número de ocorrências referente a cada recomendação do e-MAG. Aqui cabe ressaltar que nesta versão do e-MAG utilizada como referência por Castelli et al. (2015) foram feitas mudanças importantes em relação à versão utilizada por Tangarife e Mont’Alvão (2005), como a abolição da separação entre visão técnica e visão do cidadão, e dos níveis de prioridade para cada recomendação (A, AA e AAA), ou seja, todas as recomendações possuíam a mesma importância. Outra tabela foi elaborada por Castelli et al. (2015) que demonstrou os dez erros que aparecem com mais frequência no *site* avaliado e foi feita uma discussão destes dez erros em relação às recomendações correspondentes no e-MAG. Essa discussão enriquece os resultados da aplicação da ferramenta automática, uma vez que permite o detalhamento do erro encontrado e de como corrigi-lo, em vez de apenas apresentar dados quantitativos.

Na avaliação com usuários, utilizou-se a técnica “pensando em voz alta”, de Nielsen, a qual consiste em solicitar que o usuário relate seus passos, dúvidas e percepções enquanto usa a interface do *site*, de forma livre, com o objetivo de entender a razão por trás de suas ações. Cada teste individual foi gravado em áudio e vídeo da tela, sob assinatura de termo de consentimento, podendo ser solicitada a companhia de um ou dois observadores, porém orientados a não interferir. Antes do início dos testes foi realizado um teste piloto com uma única usuária com deficiência visual, a fim de perceber necessidades -como a duração menos cansativa das sessões, necessidade de um local silencioso, solicitar para que não houvesse interferência de outras pessoas no momento da gravação, e necessidade de acompanhamento para esclarecimento de dúvidas- e padronizar o procedimento de realização das sessões individuais. Para cada sessão de avaliação de *site*, foi solicitado que os usuários dissessem se consideravam os *sites* acessíveis ou não, e que expusessem as dificuldades percebidas na maioria dos portais. Além dos relatos individuais, uma reunião com os cinco usuários cegos participantes do estudo foi realizada posteriormente.

Quanto ao perfil dos usuários, considerou-se o tempo que utilizam a *internet*, se a utilizam todos os dias e se utilizam *sites* governamentais, além do domínio do *software* DOSVOX e nível educacional. A autora apresentou uma tabela com essas características sobre o perfil de cada participante. Aqui se ilustra a seleção cuidadosa dos usuários como um ponto-crítico na realização da avaliação humana, como bem justificado por Castelli et al. (2015), uma vez que a avaliação deve ser focada nas tarefas propostas para detectar as carências dos *sites* avaliados e não as dificuldades dos usuários.

No estudo comparativo realizado por Castelli et al. (2015) foi demonstrado que os *sites* de Foz do Iguaçu e Londrina foram os que possuíam o maior número de erros, tanto na avaliação automática, como na avaliação humana. Além disso, o *site* que apresentou o menor número de erros nas duas avaliações foi o de Colombo. Muitos erros de acessibilidade foram apontados nas duas etapas e a autora apresentou, não somente um quadro comparativo com os erros encontrados em cada etapa de avaliação, como também conseguiu relacionar

cada um deles com recomendações da diretriz de referência e aprofundar a discussão sobre cada parâmetro.

Os resultados mais detalhados e proveitosos da avaliação automática apresentados por Castelli et al. (2015), quando comparados aos de Tangarife e Mont’Alvão (2005), podem ser justificados pela utilização de uma versão atualizada das diretrizes de acessibilidade, reforçando a necessidade de uma revisão periódica de tais documentos. É interessante observar que a técnica do “pensamento em voz alta” de Nielsen, durante a avaliação humana, além de ter aplicação prática já bem definida, por determinar que não é necessário uma quantidade grande de participantes, reduz custos em relação a recursos humanos e tempo de execução. A partir de processos bem definidos e de uma condução cuidadosa dos procedimentos, o estudo com metodologia combinada forneceu uma análise bastante detalhada dos erros de acessibilidade encontrados e com mais eficiência.

Monteiro, Silveira e Ferreira (2013), seguem a linha de pensamento de que o acesso à informação é de suma importância e, considerando a *internet* um dos principais meios de comunicação, os portais *web* devem ser planejados visando a atender todas as diversidades sociais, principalmente quando se trata de plataformas públicas. Os autores tiveram como objetivo verificar o portal *web* da Universidade Aberta do Brasil, sistema criado pelo Ministério da Educação para integração de instituições de ensino do país, em relação ao seu nível de acessibilidade, com foco em usuários com deficiência visual total e com baixa visão.

Os procedimentos metodológicos apresentaram algumas características semelhantes às dos de Castelli et al. (2015): primeiramente foram definidos os requisitos dos perfis dos usuários participantes, as tarefas que deveriam ser executadas em cada sessão e a técnica de coleta dos dados. Quanto a coleta de dados, as páginas do portal foram submetidas a testes por meios de ferramentas automatizadas, Hera e Da Silva, com a coleta de dados quantitativos e qualitativos realizada, em seguida, observações e entrevistas com aplicação de questionários foram feitas a participantes em uma avaliação humana (MONTEIRO; SILVEIRA; FERREIRA, 2013).

Na definição de tarefas, foram selecionadas cinco tarefas que seriam realizadas durante o teste com os usuários, o critério de escolha foi baseado em atividades comuns de um portal de educação como encontrar *link* para oferta de cursos, identificar *link* para para a opção fale conosco entre outras. A pesquisa, assim como em Castelli et al. (2015), também envolveu uma avaliação preliminar ou teste piloto, com apenas um participante com deficiência visual, demonstrando que antes de qualquer avaliação de usabilidade, um pré-teste é importante para identificar problemas e fazer adequações antecipadamente, aumentando eficiência do processo (MONTEIRO; SILVEIRA; FERREIRA, 2013).

Para a determinação do número de usuários participantes tanto Monteiro, Silveira e Ferreira (2013) como Castelli et al. (2015), seguem conformidade com recomendações de Nielsen (2000), apresentando a justificativa matemática de que para uma avaliação de

acessibilidade a participação de cinco usuários é suficiente, uma vez que esse grupo é capaz de encontrar 85% dos problemas de usabilidade e que à medida que forem sendo adicionados mais usuários, aprende-se cada vez menos, ou seja, não há nenhuma necessidade real para se manter a observação da mesma coisa várias vezes e, após o quinto usuário avaliado, há observação de resultados repetidos e desperdício de tempo.

Os resultados da pesquisa de Monteiro, Silveira e Ferreira (2013), a partir do método que utiliza validadores automáticos e avaliação com usuários, apontaram divergências na quantidade de erros encontrados, em um dos teste realizados com os validadores Da Silva e Hera levando em consideração erros de nível Prioridade 1, totalizaram 47 contra 6 respectivamente, levando os autores a afirmarem que é necessário também a avaliação de acessibilidade com a participação de usuários, pois avaliações somente com ferramentas automáticas podem apresentar vulnerabilidade devido a discrepância de erros encontrados por distintos validadores.

Os autores Monteiro, Silveira e Ferreira (2013) apresentam os resultados da avaliação envolvendo participantes com deficiência visual, descrevendo os relatos de cada usuário, após a realização das cinco tarefas propostas. Um teste-piloto foi realizado e o participante considerou as páginas, nas quais executou as tarefas 1, 2 e 3, acessíveis, comentando também que a redação dos cursos estava clara. Ao se deparar com o formulário, na tarefa 4, a princípio não compreendeu sua finalidade. Além disso, o leitor de tela que estava utilizando, o *JAWS*, não diferenciava os campos obrigatórios, que continham asteriscos e estavam na cor vermelha, dos não obrigatórios. Esse usuário teve, então, que pedir ajuda da pesquisadora para finalizar essa tarefa. O usuário resolveu usar o leitor DOSVOX, retomando o preenchimento desde o início. O leitor indicou os campos obrigatórios e onde estava o erro, mas não leu o *link* Salvar para finalizar a tarefa e o usuário desistiu após 31 minutos decorridos do primeiro comando no portal. Os autores não mencionam nenhuma adequação na aplicação do procedimento de teste para os outros cinco participantes, o que foi imprescindível no estudo de Castelli et al. (2015), para uma aplicação mais eficiente.

A considerações e dificuldades encontradas pelo restante dos participantes foram muito semelhantes com as do usuário do teste piloto. Quanto ao quesito autonomia, o autor afirma que apenas um dos participantes não precisou de auxílio para executar as tarefas, como ponto positivo todos mencionaram que a linguagem utilizada no portal era clara e objetiva, mas em contrapartida uma das tarefas que envolvia um formulário de abertura de demanda, foi considerado complexo e inacessível pois certos comandos de navegação não respondia aos comandos de direção impossibilitando salvar o formulário, juntamente com as informações que o alguns leitores de tela não identificavam (MONTEIRO; SILVEIRA; FERREIRA, 2013).

Desse modo, o autor reafirma a necessidade de se consultar usuários durante avaliações de acessibilidade e na construção de *sites*, além disso, evidencia que portal *Web*

analisado, não é acessível a pessoas com deficiência visual total, e para pessoas que possuem baixa visão também existem suas limitações. A falta de autonomia dos participantes, como concluem os autores, mostrou que a pessoa com deficiência visual foi desconsiderada como provável usuária do portal em estudo (MONTEIRO; SILVEIRA; FERREIRA, 2013).

Os resultados apresentados por Monteiro, Silveira e Ferreira (2013) da aplicação das ferramentas automáticas, demonstraram dados quantitativos. Uma quantidade alta de erros foi critério para considerar uma *homepage* inacessível, constatação superficial, como já apontado em Tangarife e Mont'Alvão (2005) e em Carvalho, Cagnin e Paiva (2017), onde não são refletidos os detalhamentos dos erros encontrados. Outra observação relevante é que a referência utilizada, o WCAG 1.0. A partir dessa referência qualquer erro encontrado na categoria de prioridade 1, de erros considerados básicos, já caracterizaria o *site* como inacessível. Além disso, tratando-se de um portal criado por um órgão governamental, a utilização do e-MAG como referência seria mais adequada, considerando que foi elaborado para esse propósito. Os resultados da avaliação humana foram apenas as observações dos relatos de cada participante em relação às tarefas realizadas, sem relacionar nenhum dos erros com recomendações de nenhuma diretriz de acessibilidade.

Bach (2009) destaca que o ambiente *web* deve ser acessível a todos, independente das condições de acesso. Com intuito de verificar diferentes métodos de avaliação de acessibilidade a autora em seu estudo compara diferentes métodos, verificando as características, pontos positivos e negativos de cada método, com objetivo de auxiliar pessoas que estão envolvidas no desenvolvimento de *sites* acessíveis. O estudo envolveu três métodos de avaliação, sendo eles conformidade com as diretrizes, avaliação com especialistas e avaliação com usuários, como apresentado na seção 2.3.1 do presente trabalho.

Na primeira etapa, três *sites* de universidades foram escolhidos e tiveram suas respectivas páginas iniciais avaliadas por quatro ferramentas automáticas de avaliação de acessibilidade: Hera, *CynthiaSays*, *Examinator* e Da Silva. É interessante observar que, para escolha das ferramentas automáticas a serem utilizadas no estudo, a autora elaborou um *checklist* com questões relacionadas a diversas funcionalidades importantes, e testou cada uma delas. Essa etapa anterior à avaliação permite um maior conhecimento de cada ferramenta e um entendimento mais abrangente em relação aos resultados quantitativos que serão gerados, uma vez que suas funcionalidades mostram o que são capazes de detectar, o que não são, quais as ações necessárias para utilizá-las de maneira eficaz, além de demonstrar o porquê dos resultados com diferentes ferramentas divergirem. (BACH, 2009)

Uma observação interessante de Bach (2009), em relação ao estudo comparativo das diretrizes do WCAG e e-MAG que a autora realizou, é que há muitas similaridades entre as recomendações. As diferenças se dão apenas pelo nicho de atuação, sendo que o padrão do consórcio W3C abrange exigências mais amplas a nível global. Desse modo, podemos apontar que na maioria dos casos, um teste comparativo com as duas referências,

mesmo em *sites* do governo brasileiro, pode não ser relevante.

A avaliação de acessibilidade com usuários com deficiência visual foi aplicada por observação de usuários no seu contexto de uso, na qual o pesquisador observou a interação dos participantes com os *sites* em computadores e *softwares* com os quais já estavam acostumados, assim, Bach (2009) também buscou evitar que o uso de uma tecnologia assistiva com a qual o participante não tivesse familiaridade levasse à identificação de problemas de interação do participante, e não apenas problemas de inacessibilidade do *site*. Durante a avaliação, foi utilizada a técnica de observação para não tornar a identificação dos problemas ocorridos totalmente dependente de uma descrição do usuário, o qual poderia não conseguir expressar totalmente sua experiência de uso.

Cada sessão individual também foi registrada através de anotações e gravações de áudio, sob consentimento de cada participante. A autora ressalta a importância de se realizar uma avaliação formal, ou seja, com procedimentos bem definidos, tarefas pré-determinadas coerentes com os objetivos e documentação de processos íntegra.

Bach (2009) faz referência a diversos autores como Melo e Petrie, para a técnica utilizada nas sessões, que chama de verbalização simultânea, na qual os participantes são estimulados a verbalizar seus pensamentos durante a execução das tarefas, e permitindo ao pesquisador interromper a tarefa para esclarecimento de dúvidas, de forma muito semelhante à técnica utilizada por Castelli et al. (2015), em referência a Nielsen, do “pensamento em voz alta”. Mesmo convergindo com Castelli, Bach reforça que essa técnica pode desviar a atenção do usuário e só deve ser utilizada para a execução de tarefas simples e com participantes que se sintam à vontade para externar seus pensamentos. Outro ponto importante a ser observado, é o de que Nielsen não testou essa técnica com participantes deficientes visuais, mas as aplicações práticas nos dois estudos analisados permitem concluir que sua aplicação prática é bastante eficiente nesse contexto específico.

Envolver usuários em uma avaliação de acessibilidade acrescenta pontos positivos, auxiliando na implementação de soluções acessíveis e na identificação de problemas de interação. Através de observações estratégicas, foi identificado que pessoas com deficiência visual podem percorrer caminhos de navegação diferentes e têm ações inesperadas, como não escutar as saídas de texto faladas pelos leitores de tela de forma passiva, pois costumam navegar pelas páginas com combinações de teclas que são disponibilizadas por estes leitores de tela, criando seus próprios modelos mentais, ou seja, apenas seguindo uma lógica pessoal. (BACH, 2009).

A Tabela 3 apresenta os principais pontos de convergência e divergência encontrados entre os estudos descritos na análise comparativa que utilizam método de avaliação de acessibilidade com avaliação humana.

Tabela 3 – Resultado da análise comparativa: convergências e divergências dos estudos com avaliação humana

Autor	Castelli (2015)	Monteiro; Silveira; Ferreira (2013)	Bach (2009)
A técnica da verbalização simultânea permite bom entendimento das dificuldades encontradas, além de ter aplicação prática bem definida para a coleta de dados durante as sessões individuais.	X		X
A avaliação deve ser realizada com computadores, softwares ou tecnologias assistivas com as quais os usuários estejam acostumados, evitando a identificação de problemas de interação do participante, e não apenas problemas de inacessibilidade do <i>site</i> .	X	X	X
A aplicação de ferramentas automáticas em uma etapa anterior pode facilitar a elaboração de tarefas que incluam a pesquisa dos problemas mais relevantes.	X		X
A realização de teste piloto é imprescindível para corrigir interferências e fazer adaptações no ambiente de testes.	X	³ X	X

4.5 Requisitos para comparação de métodos de avaliação com avaliação humana

A partir das observações e constatações do estudo comparativo entre os estudos analisados, nesta seção será proposto um conjunto de requisitos que envolvem os principais procedimentos na estrutura dos métodos que realizam avaliação humana (seleção de participante, elaboração das tarefas e ambiente de testes) e seus principais gargalos.

4.5.1 Seleção de participantes

Em relação à definição dos participantes de uma avaliação, a experiência dos usuários pode influenciar diretamente na análise dos resultados, por exemplo, ao incluir participantes com pouca experiência com uso de computadores, pode-se deparar com problemas que estão em outra esfera, que é o das dificuldades de cada usuário. De maneira mais assertiva selecionar participantes que apresentam conhecimentos prévios semelhantes,

³Os autores Monteiro; Silveira; Ferreira (2013) não relataram nenhuma adaptação, apesar de afirmar que o teste piloto era importante.

é mais provável que os resultados da análise obtida representem problemas reais de acessibilidade dos *sites* avaliados (CASTELLI et al., 2015).

Apesar de ser necessário perfis semelhantes em um conjunto de participantes, como afirma Bach (2009), também se faz necessário selecionar outros conjuntos com perfis diferentes, uma vez que pessoas com deficiência possuem características diversas e as interações de cada usuário são únicas. Dessa forma, para uma avaliação humana a autora recomenda a inclusão de pessoas que contemplem diferentes características, como idade, profissão e grau de familiaridade com computadores e com ambientes *web*.

A quantidade de participantes também é um critério a ser definido. Como Bach (2009), Monteiro, Silveira e Ferreira (2013) e Castelli et al. (2015) demonstraram de forma prática, a quantidade de cinco usuários é um número suficiente para se realizar uma avaliação, uma vez que cada usuário tem uma visão diferente durante sua interação, existe maior probabilidade de encontrar erros de acessibilidade por conta da individualidade de cada participante, interferindo diretamente nos resultados da avaliação. Essa quantidade também evita que sejam encontrados um número muito grande de erros repetidamente, dificultando sua categorização.

4.5.2 Elaboração das tarefas

As tarefas a serem executadas durante a avaliação com usuários com deficiência visual devem ser bem elaboradas para que possam avaliar o máximo de características de acessibilidade, com atenção também ao tempo de execução que não deve levar o usuário à exaustão (BACH, 2009). A aplicação de uma etapa anterior utilizando uma ferramenta automática de avaliação com referência atualizada permite que as tarefas sejam elaboradas de forma mais assertiva e abrangente, a partir das categorias de erros já encontradas (CASTELLI et al., 2015). Novos conjuntos de tarefas podem ser elaborados e aplicados periodicamente para avaliação de mais recomendações.

4.5.3 Ambiente de testes

A organização do ambiente de teste garante que não haverá interferências, sejam externas ou do próprio acompanhante, no momento da realização das tarefas. Esse é um fator que impacta até mesmo a coleta de dados que, como demonstrado por Castelli et al. (2015). Uma análise posterior em ambiente domiciliar pode ser realizada para encontrar problemas ou erros específicos que eventualmente possam ocorrer ao decorrer do uso e que não possam ser avaliados por tarefas.

5 Conclusões

O presente trabalho teve como objetivo a análise de métodos de avaliação de acessibilidade, nas categorias que utilizam ferramentas automáticas e avaliação humana, com foco em usuários com deficiência visual. A partir dos estudos com ferramentas automáticas encontrados na literatura, podemos aferir que nenhuma delas, sozinhas, é capaz de concluir com acurácia significativa que um *site* é acessível ou não, devendo ser constantemente aprimoradas. Seu uso, no entanto, se mostrou importante quando em combinação com os métodos com avaliação humana, permitindo uma análise de sintaxe rápida e auxiliando na elaboração de tarefas que analisam com eficácia recomendações da diretriz de referência.

Conforme o resultado de um dos artigos apresentados, não foi possível identificar relações entre IDH dos estados brasileiros, ou até mesmo aspectos econômicos como o PIB, com questões de acessibilidade, ou seja, mesmo em sociedades com mais qualidade de vida nos deparamos com o mesmos problemas de inclusão de pessoas com deficiência na *web*. É imprescindível a análise desses aspectos que impõem barreiras de acesso a um grupo de pessoas, visando a criação de políticas públicas que realmente priorizem a acessibilidade e que faça a legislação ser cumprida.

Todos os estudos apresentados constataram que os *sites* em avaliação possuíam algum erro de acessibilidade e que a avaliação humana permite maior detalhamento desses erros e mais possibilidades de refletir sobre maneiras de corrigi-los. De forma geral, é possível observar que o planejamento das avaliações de acessibilidade cumprem seu papel em parte, visto que visam encontrar possíveis erros e na maioria das vezes apontam que o *sites* não cumprem a Legislação Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº13.146, 2015), mas falham em realmente dar sentido aos dados encontrados e ações que devem ser tomadas.

As diretrizes de referência, principalmente a WCAG, exigem o cumprimento de níveis de conformidade, ou de prioridade, porém na maioria dos estudos da literatura os *sites* não atingem nem mesmo o nível de acessibilidade básico (não estão nem no nível A). Portanto, na escolha de uma diretriz para a aplicação de um método de avaliação deve-se definir qual o nível de conformidade que se deseja atingir para que não se considere inacessível por não atingir outros níveis não básicos de conformidade.

Como demonstrado, a literatura é uma rica fonte de aplicações práticas de diversos métodos, técnicas e suas combinações. Reforço o entendimento do conceito do modelo social da deficiência, demonstrando que, a partir das análises desses estudos e dos requisitos formulados, é possível reduzir a deficiência de acessibilidade dos *sites* ao consultar usuários com deficiência visual de modo assertivo.

Ressalto a urgência de se integrar equipes de avaliação de acessibilidade durante

o desenvolvimento de *sites*, que empreguem de preferência métodos combinados, para que o direito de acessibilidade a esses usuários seja de fato exercido.

O presente trabalho permitiu a elaboração de resultados teóricos sem a aplicação de uma avaliação prática, estes resultados permitem a elaboração de trabalhos futuros como a construção de um método de avaliação a partir das recomendações sugeridas e também realizando uma aplicação prática do método com deficientes visuais. Dessa forma seria possível verificar se os requisitos sugeridos trazem contribuições positivas na instauração de métodos de acessibilidade. Outra brecha na literatura se encontra em estudos comparativos, atualizados, entre diferentes ferramentas automáticas que sejam capazes de armazenar dados, que serão úteis na escolha de ferramentas para métodos posteriores e que podem evitar retrabalhos e aumentar a eficiência do processo.

Uma limitação do presente trabalho, é a de os requisitos apresentados não atendem às necessidades de acessibilidade em *sites* para deficientes auditivos. Dessa forma outros futuros trabalhos poderiam seguir a mesma ideia de pesquisa de estudo comparativo apresentada, porém propondo cobrir outros públicos-alvo para acessibilidade, como pessoas com deficiências auditivas, motoras ou cognitivas.

Referências

- ABNT. Nbr 9241-11. **Requisitos ergonômicos para trabalho de escritório com**, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- BACH, C. F. **Avaliação de acessibilidade na web: estudo comparativo entre métodos de avaliação com a participação de deficientes visuais**. Dissertação (Mestrado), 2009. Citado 10 vezes nas páginas 10, 13, 15, 17, 20, 29, 30, 35, 36 e 38.
- BRAJNIK, G. Comparing accessibility evaluation tools: a method for tool effectiveness. **Universal access in the information society**, Springer, v. 3, p. 252–263, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 31.
- BRASIL. Portaria nº 3.128, de 24 de dezembro de 2008. define que as redes estaduais de atenção à pessoa com deficiência visual sejam compostas por ações na atenção básica e serviços de reabilitação visual. 2008. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 12.
- BRASIL. e-mag modelo de acessibilidade em governo eletrônico. **Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação**, 2014. Citado na página 9.
- BRASIL. Lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência lei nº 13.146, de 6 de julho de, 2015. 2015. Citado na página 14.
- CARLETTO, A. C.; CAMBIAGHI, S. Desenho universal: um conceito para todos. **São Paulo: Instituto Mara Gabrilli**, 2008. Citado na página 14.
- CARVALHO, V.; CAGNIN, M.; PAIVA, D. Avaliação de acessibilidade de web sites de governos estaduais do brasil. In: SBC. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação**. [S.l.], 2017. p. 116–123. Citado 7 vezes nas páginas 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 35.
- CASTELLI, D. A. S. et al. Acessibilidade de pessoas com deficiência visual em portais municipais paranaenses. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2015. Citado 7 vezes nas páginas 26, 31, 32, 33, 34, 36 e 38.
- DINIZ, D. **O que é deficiência**. [S.l.]: Brasiliense, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 13.
- FALAVIGNA, V. D. Experiência do usuário: análise e aplicação de métodos de avaliação. Universidade de Caxias do Sul, 2015. Citado na página 8.
- FREIRE, A. P.; LARA, S. M. A. de; FORTES, R. P. de M. Avaliação da acessibilidade de websites por usuários com deficiência. In: **Proceedings of the 12th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 348–351. Citado na página 29.
- GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2020. Citado na página 23.

GERHARDT, T. E. et al. Métodos de pesquisa.[organizado por] tatiana engel gerhardt e denise tolo silveira; coordenado pela universidade aberta do brasil–uab/ufrgs e pelo curso de graduação tecnológica–planejamento e gestão para o desenvolvimento rural da sead/ufrgs. **Porto Alegre: Editora da UFRGS**, p. 31–32, 2009. Citado na página 22.

GONÇALVES; BERGAMO. A acessibilidade do aplicativo saúde já para o público idoso. **Sistemas de Informação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, 2021. Citado na página 15.

IBGE. **PNS 2019: país tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência**. 2019. [Online; accessed 07-maio-2022]. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31445-pns-2019-pais-tem-17-3-milhoes-de-pessoas-com-algum-tipo-de-deficiencia>>. Citado na página 9.

IFRS. **Avaliação de acessibilidade em sites; Centro Tecnológico de Acessibilidade do IFRS**. 2019. [Online; accessed 07-Junho-2022]. Disponível em: <<https://cta.ifrs.edu.br/avaliacao-de-acessibilidade-em-sites/>>. Citado na página 13.

IFRS. **Conceito; Acessibilidade Digital; Centro Tecnológico de Acessibilidade do IFRS**. 2019. [Online; accessed 13-Junho-2022]. Disponível em: <<https://cta.ifrs.edu.br/acessibilidade-digital/conceito/>>. Citado 4 vezes nas páginas 9, 10, 14 e 16.

KRUG, S. **Não me faça pensar: atualizado. Uma Abordagem de Bom Senso à usabilidade na web e mobile**, Rio de Janeiro: Alta Books, 2014. Citado na página 8.

MONTEIRO, M. L. da C.; SILVEIRA, D. S. da; FERREIRA, S. B. L. F. Universidade aberta do brasil: uma avaliação de acessibilidade de com usuários com deficiência visual total e com baixa visão. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 4, n. 2, p. 273–289, 2013. Citado 4 vezes nas páginas 33, 34, 35 e 38.

OMS. Relatório mundial sobre a visão. 2019. Citado na página 12.

PALUDO, A. P. H. **Interação humano-computador: construção de sites com acessibilidade para pessoas com deficiência visual**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Citado na página 8.

PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. Avaliação de interfaces de usuário–conceitos e métodos. In: SN. **Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Capítulo**. [S.l.], 2003. v. 6, p. 28. Citado na página 15.

SILVA, E. H. d. et al. Análise de acessibilidade dos ambientes virtuais de aprendizagem (ava's) do ifpe de acordo com as aplicações e padrões web, voltado para pessoas com deficiência visual. Jaboatão dos Guararapes, 2021. Citado na página 18.

SONZA, A. P.; SANTAROSA, L. M. C. Ambientes digitais virtuais: acessibilidade aos deficientes visuais. **RENOTE**, v. 1, n. 1, 2003. Citado na página 10.

SOUZA, N.; CARDOSO, E.; PERRY, G. T. Limitações da avaliação automatizada de acessibilidade em uma plataforma de moocs: Estudo de caso de uma plataforma brasileira. **Revista Brasileira de Educação Especial**, SciELO Brasil, v. 25, p. 603–616, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.

TANGARIFE, T.; MONT'ALVÃO, C. Estudo comparativo utilizando uma ferramenta de avaliação de acessibilidade para web. In: **Proceedings of the 2005 Latin American conference on Human-computer interaction**. [S.l.: s.n.], 2005. p. 313–318. Citado 7 vezes nas páginas 27, 28, 29, 31, 32, 33 e 35.

VINUTO, J. Snowball sampling in qualitative research: an open debate. 2014. Citado na página 24.

W3C. **Avaliando a acessibilidade da Web: visão geral**. 2022. [Online; accessed 08-Junho-2022]. Disponível em: <<http://www.w3.org/WAI/eval/Overview.html>>. Citado 3 vezes nas páginas 9, 10 e 16.