

Análise da Conformidade com Acessibilidade Digital: Um Estudo no Contexto dos *Websites* das Universidades Federais Brasileiras

Danyllo Albuquerque¹, Gustavo Ponciano¹, João Pedro¹, Arlan Santos¹, Fabrício Silva¹, Caíque Oliveira¹, Felipe Vasconcelos¹, Thiago Honorato¹

¹Instituto Federal da Paraíba
Campus Campina Grande – PB – Brasil

{danyllo.albuquerque, gustavo.ponciano, joao.silva,
arlan.santos, fabricio.domingos, caique.oliveira,
felipe.vasconcelos, thiago.honorato}@academico.ifpb.edu.br

Abstract. *This research assesses the accessibility of 27 Brazilian Federal University websites, examining their compliance with WCAG and E-Mag guidelines. The study aimed to identify obstacles that limit equal access to online educational resources. Using automated evaluation tools such as AChecker, ASES, and WAVE, the study determined the level of adherence to these accessibility standards. Issues were found in areas like semantic markup, navigation, and the provision of textual alternatives for media, indicating the need for significant improvements to fully meet accessibility standards. The results suggest that, despite efforts to enhance accessibility, a continuous effort is required to make Federal University websites fully accessible, highlighting the need for effective strategies to improve accessibility.*

Resumo. *Esta pesquisa avalia a acessibilidade em 27 websites de Universidades Federais do Brasil, analisando sua conformidade com as diretrizes WCAG e E-Mag. O estudo buscou identificar obstáculos que limitam o acesso igualitário a estes recursos educacionais. Utilizando ferramentas de avaliação automatizada, como AChecker, ASES e WAVE, o estudo determinou o grau de adesão a esses padrões de acessibilidade. Foram identificados problemas em áreas como a marcação semântica, a navegação e a disponibilização de alternativas textuais para mídia, indicando a necessidade de melhorias significativas para cumprir integralmente os padrões de acessibilidade. Os resultados sugerem que, embora haja iniciativas para melhorar a acessibilidade, ainda é necessário um esforço contínuo para tornar os sites das Universidades Federais totalmente acessíveis, sublinhando a necessidade de estratégias eficazes para melhorar a acessibilidade.*

1. Introdução

Assegurar a acessibilidade digital nos ambientes educacionais é essencial para proporcionar acesso a informações e serviços online [Ferraz 2017]. Essa necessidade é particularmente significativa nas Universidades Federais brasileiras, que desempenham um papel fundamental no sistema educacional do país [Campoverde-Molina et al. 2020]. Com o avanço da digitalização, a acessibilidade dos *websites* destas universidades tornou-se um aspecto crítico [Ferraz 2020], garantindo que todas as pessoas, incluindo aquelas com deficiências, possam acessar e interagir com os recursos digitais. A crescente dependência de tecnologias digitais eleva a urgência de se garantir que esses espaços virtuais sejam plenamente acessíveis [Freitas et al. 2016].

Essa urgência fundamenta o estudo sobre a necessidade de avaliar a acessibilidade nos *websites* das Universidades Federais [Arenhardt et al. 2017], que servem a diversas comunidades educacionais. Cumprir as diretrizes de acessibilidade vai além das obrigações legais, refletindo o compromisso dessas instituições com a promoção de um ambiente educacional inclusivo [Conforto and Santarosa 2002]. A pesquisa foi motivada pela observação de que, apesar da existência de leis e diretrizes para acessibilidade web (e.g., WCAG do W3C e do E-Mag do governo Brasileiro), muitos *websites* destas universidades ainda não cumprem totalmente esses critérios [Pardini et al. 2021].

A discrepância entre práticas recomendadas de acessibilidade e a implementação nos *websites* das Universidades Federais destaca a necessidade de uma análise aprofundada. Assim, este estudo visa avaliar a acessibilidade em 27 Universidades Federais do Brasil, empregando ferramentas de avaliação como ASES, AChecker e WAVE devido à sua capacidade de conduzir análises detalhadas e rigorosas. Essas ferramentas foram escolhidas por sua comprovada eficácia em estudos anteriores [Pimenta et al. 2002] [Souza and Almeida 2023] [Oliveira and Eler 2015], garantindo uma avaliação abrangente da acessibilidade nos *websites* em questão.

Este estudo ilumina a atual condição da acessibilidade digital em 27 Universidades Federais, oferecendo um exame minucioso das dificuldades enfrentadas pelos usuários. Ao identificar e detalhar as barreiras específicas à acessibilidade, a pesquisa fornece uma contribuição valiosa ao traçar estratégias concretas para melhorar a acessibilidade digital nos *websites* dessas instituições. As conclusões e recomendações do estudo enfatizam a importância de implementar medidas inclusivas e abrangentes, assegurando que os recursos educacionais destas universidades sejam acessíveis a todos, independentemente de suas capacidades físicas ou sensoriais.

O restante deste artigo encontra-se estruturado como segue: a Seção 2 apresenta os conceitos fundamentais a compreensão desse estudo; a Seção 3 descreve os trabalhos relacionados, enfatizando estudos que aplicaram metodologias similares em contextos comparáveis; a Seção 4 detalha a metodologia adotada, incluindo a coleta de dados, o pré-processamento e a descrição das ferramentas utilizadas; a Seção 5 detalha os resultados alcançados, analisando-os com base nas diferentes ferramentas de acessibilidade empregadas; e, por fim, a Seção 6 oferece considerações finais e trabalhos futuros.

2. Acessibilidade Digital e Diretrizes

Garantir a acessibilidade na web é essencial para possibilitar que todas as pessoas, incluindo aquelas com deficiências, acessem e interajam com o conteúdo online [Ferraz 2017]. A diversidade nas barreiras de acessibilidade afeta variados grupos, influenciando suas experiências na web de forma distinta [Conforto and Santarosa 2002]. Usuários com deficiências visuais, por exemplo, podem encontrar obstáculos em sites que não disponibilizam textos alternativos para imagens ou usam paletas de cores inadequadas. Da mesma forma, a ausência de legendas em vídeos ou a falta de transcrições pode limitar o acesso para quem possui deficiência auditiva. Conteúdos web mal estruturados e complexos também podem ser um desafio adicional, especialmente para indivíduos com dificuldades cognitivas ou de concentração.

Segundo o *World Wide Web Consortium* (W3C) [Brophy and Craven 2007], a acessibilidade na web refere-se à capacidade de indivíduos com variados níveis de habilidades para perceber, compreender, navegar e interagir com o conteúdo online. Ela visa fomentar a inclusão e integração social ao permitir o desenvolvimento e uso de ferramentas digitais

conforme diretrizes específicas. Assim, a acessibilidade digital torna-se um imperativo para assegurar um acesso equânime às informações na internet, destacando-se como um canal vital para a inclusão de grupos vulneráveis [Sun and Zhang 2009].

A mensuração da acessibilidade é guiada pelas *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) [Caldwell et al. 2008], fornecendo um conjunto de diretrizes e recomendações para aprimorar a acessibilidade de *websites*. A versão 2.0 das WCAG [Consortium et al. 2008] apresenta 12 diretrizes organizadas em quatro pilares essenciais: percepção, compreensão, operação e robustez, cada uma com critérios de sucesso claros e testáveis. Isso facilita aos desenvolvedores a implementação eficaz dessas normas. Além disso, ferramentas como ASES¹, AChecker² e WAVE³ estão disponíveis para realizar avaliações automáticas, auxiliando na detecção e correção de problemas de acessibilidade em conformidade com esses padrões [Nagaraju et al. 2019].

No Brasil, a legislação de acessibilidade web se fundamenta na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015⁴), também referida como Estatuto da Pessoa com Deficiência. Essa lei representa um avanço significativo em direção à inclusão, definindo normas explícitas para assegurar o acesso universal à informação e comunicação. Ela destaca a importância de criar sistemas e serviços web acessíveis, eliminando obstáculos que restrinjam a interação completa e ativa dos usuários. Além disso, o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (E-Mag) do Brasil está alinhado com as WCAG do W3C, estabelecendo padrões específicos que direcionam a elaboração e a modificação de conteúdo digital governamental para promover a acessibilidade a todos os cidadãos.

3. Trabalhos Relacionados

A pesquisa sobre a acessibilidade em sites governamentais é uma área de interesse mundial, marcada por estudos que evidenciam a falta de conformidade com padrões como as WCAG. Inal e Ismailova [Ismailova and Inal 2017] examinaram a acessibilidade dos sites governamentais da Ásia Central utilizando o AChecker, enfrentando restrições devido à análise de um número limitado de páginas. Em paralelo, Gambino, Pirrone e Di Giorgio [Gambino et al. 2016], na Itália, detectaram que vários sites públicos não cumpriam completamente as exigências de acessibilidade, apesar de afirmarem estar em conformidade com o Stanca Act. Similarmente, Basdekis et al. [Basdekis et al. 2010], ao investigar sites na Grécia, encontraram falhas significativas em acessibilidade, tanto em plataformas governamentais quanto comerciais. Kuzma [Kuzma 2009], analisando os sites dos parlamentares britânicos, também identificou deficiências em acessibilidade. Esses trabalhos enfatizam a importância de implementar efetivamente as diretrizes de acessibilidade, como as WCAG, e fortalecer legislações nacionais para assegurar a acessibilidade nos sites governamentais.

Pesquisas no Brasil sobre acessibilidade em *websites* governamentais indicam um avanço tímido e persistência de obstáculos ao acesso. Freire et al. [Freire et al. 2009] notaram uma melhoria leve na acessibilidade dos websites dos governos estaduais de 1996 a 2007, mas ainda distante das diretrizes WCAG, empregando análises automatizadas e a métrica WAB. Carvalho et al. [Carvalho et al. 2017] examinaram os sites governamentais estaduais, relacionando-os a fatores socioeconômicos, e revelaram significativas falhas de acessibilidade. De maneira análoga, Pimenta et al. [Pimenta et al. 2002] verificaram a aces-

¹<https://asesweb.governoeletronico.gov.br/avaliar-codigo>

²<https://achecks.org/achecker/>

³<https://wave.webaim.org/>

⁴<https://encurtador.com.br/zCFG3>

sibilidade em vários níveis governamentais, descobrindo que, apesar das muitas infrações, grande parte delas poderia ser resolvida sem grandes dificuldades, conforme as normas da W3C. Oliveira et al. [Oliveira and Eler 2015], por sua vez, constataram que os principais websites governamentais brasileiros ainda não atendem plenamente aos critérios do E-Mag, apresentando falhas que comprometem o acesso à informação digital e infringem direitos legais dos cidadãos.

Nos estudos sobre acessibilidade de *websites* de Universidades Federais no Brasil, [Santos 2023] et al. avaliaram a acessibilidade nos sites das universidades, revelando que todos apresentam falhas segundo as diretrizes de acessibilidade do Governo Eletrônico. A análise utilizou o Avaliador e Simulador de Acessibilidade em *websites* ASES. Similarmente, Pinto et al. [Pinto 2018] também avaliaram acessibilidade digital das Universidades, focando em como isso afeta o direito à educação para pessoas com deficiência visual. Outro trabalho proposto por Bittar et al. [Bittar et al. 2012] avaliaram acessibilidade dos formulários de contato em sites de universidades, examinando seus aspectos positivos e negativos baseados nas diretrizes WCAG 2.0 do W3C. Por fim, Ferreira et al. [Ferreira and de Barros Cianconi 2011] analisaram a acessibilidade dos sites de bibliotecas universitárias utilizando testes de acessibilidade e análises práticas com usuários do Instituto Benjamin Constant. A revisão dos estudos acima aponta para a necessidade urgente de melhorar a acessibilidade nos sites universitários, visando um acesso justo para todos. Apesar de alguns esforços, ainda há lacunas significativas no cumprimento dos padrões de acessibilidade nessas plataformas.

Este estudo distingue-se por abordar a acessibilidade dos *websites* das Universidades Federais de todos os estados brasileiros com uma metodologia abrangente e detalhada, avançando o estado da arte ao integrar análises quantitativas e qualitativas, empregando ferramentas como AChecker, ASES e WAVE. Enquanto pesquisas anteriores se concentraram em avaliações generalistas de sites governamentais, este trabalho aprofunda o entendimento das barreiras específicas de acessibilidade no contexto educacional brasileiro, oferecendo uma visão mais granular e focada. Ao contrário dos estudos prévios que apresentaram limitações, como o pequeno número de páginas avaliadas ou a falta de detalhamento na implementação das diretrizes de acessibilidade, esta pesquisa fornece uma análise abrangente de múltiplos aspectos de acessibilidade para a avaliação e melhoria contínua da acessibilidade nos *websites* educacionais no Brasil.

4. Configuração do Estudo

Nesta pesquisa, adotou-se uma metodologia meticulosa para examinar a acessibilidade dos *websites* de Universidades Federais no Brasil. O processo metodológico foi estruturado em fases distintas, com metas e métodos bem definidos em cada etapa, assegurando uma análise detalhada e a obtenção de dados precisos.

Etapa 1: Definição do Escopo e Seleção da Amostra. Nesta etapa, definiu-se o escopo, objetivos e perguntas de pesquisa. Foram cuidadosamente selecionados *websites* de Universidades Federais de diferentes regiões do Brasil, escolhendo-se um por estado, resultando em um total de 27 *websites*. O critério de escolha baseou-se no tempo de existência e no número de alunos de cada uma das universidades. Essa seleção visou cobrir a diversidade de contextos institucionais, garantindo uma análise ampla que captura as variações regionais e características específicas de cada universidade.

Etapa 2: Seleção de Ferramentas de Avaliação. Esta etapa envolveu uma análise detalhada das ferramentas de avaliação de acessibilidade. No contexto dessa pesquisa,

selecionou-se as ferramentas ASES, AChecker e WAVE por sua análise completa e alinhamento com padrões como WCAG e E-Mag. Estas ferramentas foram escolhidas por sua eficácia diagnóstica, cobertura abrangente e clareza de resultados, garantindo uma avaliação completa e multifacetada dos *websites* das Universidades Federais.

Etapa 3: Execução da Avaliação Automatizada. Nesta etapa foram conduzidas avaliações sistemáticas dos *websites* das Universidades Federais, aplicando as ferramentas de acessibilidade ASES, AChecker e WAVE, selecionadas na etapa anterior. Os dados coletados foram meticulosamente documentados, registrando a natureza, localização e gravidade dos problemas de acessibilidade encontrados em cada *website*, juntamente com as ferramentas que os identificaram e as possíveis soluções. Para facilitar a análise e organização dos resultados, utilizou-se uma planilha eletrônica, onde cada incidente de acessibilidade foi detalhadamente catalogado. Finalmente, classificou-se os resultados com base nos critérios de sucesso do WCAG e E-Mag, possibilitando uma análise tanto quantitativa quanto qualitativa da conformidade dos *websites* analisados..

Etapa 4: Análise e Avaliação de Dados. Durante esta etapa, os dados coletados nas avaliações anteriores foram analisados através de uma abordagem quantitativa. Métodos estatísticos foram empregados oportunamente para desvendar padrões e tendências subjacentes, bem como para identificar os desafios mais frequentes em termos de acessibilidade nos *websites* considerados no estudo. A análise foi conduzida para alinhar os resultados com os padrões estabelecidos pelas diretrizes do WCAG e E-Mag, permitindo uma avaliação precisa da conformidade dos *websites* com esses padrões.

Etapa 5: Interpretação dos Resultados. Nesta etapa, os resultados foram contextualizados dentro dos quadros normativos de acessibilidade web, destacando como as descobertas se alinham ou divergem das expectativas baseadas nas diretrizes do WCAG e E-Mag. A discussão incluiu a avaliação das implicações dos resultados para a prática e política institucional, sugerindo caminhos para melhorias e destacando exemplos de boas práticas em acessibilidade. A discussão dos resultados sintetizou as descobertas, integrando as análises automatizadas e manuais para oferecer uma visão compreensiva da acessibilidade dos *websites*.

As etapas acima descritas foram definidas progressivamente, baseando-se em muitos dos procedimentos e práticas adotadas em estudos relacionados (Seção 3). Para testar a viabilidade e a eficácia do método proposto, realizou-se um teste piloto com três *websites* de Universidades Federais. Este passo inicial permitiu aferir a adequação das técnicas escolhidas e fazer os ajustes necessários. O estudo se vale de ferramentas de avaliação de acessibilidade que são gratuitas, facilitando assim a replicação do método por outros interessados na área. Tal escolha estratégica visa promover um modelo metodológico simplificado e acessível, adequado para ser aplicado em outros cenários de pesquisa relacionados à acessibilidade digital em *websites* em diversos contextos.

5. Resultados e Discussão

A análise dos *websites* das Universidades Federais por meio das ferramentas AChecker, WAVE e ASES revelou uma variedade de níveis de conformidade com as diretrizes de acessibilidade WCAG e E-Mag. Os dados coletados foram registrados e analisados para identificar os principais problemas de acessibilidade, além de avaliar o grau de aderência a estas diretrizes. Essas análises foram realizadas ao longo dos meses de fevereiro e março de 2024. Para uma avaliação mais detalhada dos resultados deste estudo, um material suplementar ⁵

⁵<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.25511656.v1>

foi disponibilizado, contendo registros minuciosos e individualizados dos erros, avisos e recomendações de melhoria identificados pelas ferramentas. A seguir, são apresentados os resultados de forma organizada de acordo com as ferramentas utilizadas no estudo.

Avaliação com AChecker. A análise realizada com a ferramenta AChecker forneceu uma visão quantitativa dos problemas de acessibilidade em três níveis de conformidade com as diretrizes WCAG (i.e., A, AA e AAA). Os valores médios de problemas identificados por cada nível de conformidade encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados de Avaliação da Ferramenta AChecker.

Tipos de Problemas	Nível de Conformidade		
	AChecker A	AChecker AA	AChecker AAA
<i>Problemas Conhecidos</i>	43,52	169,74	171,26
<i>Problemas Prováveis</i>	1,11	16,00	309,04
<i>Problemas Potenciais</i>	581,74	617,00	633,00

Nível A. Ao utilizar a ferramenta AChecker para avaliação de acessibilidade nos *websites* das Universidades Federais, foi identificada uma média de 43,52 “problemas conhecidos” por *website*. Esses problemas representam violações diretas das diretrizes mais fundamentais de acessibilidade, sugerindo que ajustes significativos são necessários para atender às necessidades básicas de acessibilidade. A incidência de “problemas prováveis” foi baixa, com uma média de 1,11 por *website*, indicando que áreas incertas não são tão prevalentes. No entanto, o número elevado de “problemas potenciais”, com uma média de 581,74 por *website*, destaca a importância de uma revisão e correção cuidadosa para assegurar que o conteúdo seja acessível a todos os usuários.

Nível AA. Para o nível AA de conformidade, a análise com a ferramenta AChecker revelou uma média de 169,74 “problemas conhecidos” por *website*. Este aumento sugere que, enquanto alguns sites podem estar cumprindo com os requisitos básicos, há desafios adicionais a serem superados para atingir um nível de acessibilidade intermediário. Os “problemas prováveis” também aumentaram para uma média de 16,00 por *website*, indicando que as questões potenciais de acessibilidade se tornam mais complexas e frequentes. Com 617,00 “problemas potenciais” em média por *website*, há um indicativo claro de que aspectos mais detalhados da acessibilidade necessitam de atenção para melhorar a experiência do usuário em conformidade com o nível AA.

Nível AAA. Ao analisar o nível AAA de conformidade, a ferramenta AChecker identificou uma média de 171,26 “problemas conhecidos” por *website*. Este número reflete as dificuldades inerentes ao cumprimento dos critérios mais rigorosos de acessibilidade, indicando a necessidade de um esforço considerável para alcançar este nível de conformidade. Os “problemas prováveis” aumentaram drasticamente para uma média de 309,04, sugerindo que muitos aspectos da acessibilidade AAA são complexos e exigem uma análise detalhada para determinar seu real impacto. Com uma média de 633,00 “problemas potenciais” por *website*, fica evidente que a conformidade com o nível AAA é uma tarefa desafiadora, requerendo um comprometimento profundo e contínuo com a excelência em acessibilidade..

Nesta avaliação de acessibilidade, observamos que os *websites* da UNIFAP, UFSC e UFPI não apresentaram problemas, demonstrando uma excelente conformidade com as diretrizes de acessibilidade. Por outro lado, foram identificados poucos problemas nos *websites* da UFPB, com 18 problemas, e da UFC, com apenas 6 problemas, o que indica um bom nível de acessibilidade, mas ainda com áreas para melhorias pontuais. Em contraste, *web-*

sites como UFPR e UFOPA registraram um alto número de problemas, com 2817 e 1209 problemas, respectivamente, considerando o nível AAA de conformidade. Neste mesmo nível, *websites* como UNIFESP, UFT e UNIR também apresentaram um grande número de problemas, com 1203, 913 e 810, respectivamente. Esses resultados destacam áreas significativas para melhorias na acessibilidade desses *websites*, evidenciando a necessidade de aprimoramento para garantir uma experiência mais inclusiva e acessível para todos os usuários.

Avaliação com ASES. O uso da ferramenta ASES evidenciou problemas específicos relacionados às diversas categorias de análise aderentes ao E-Mag como marcação, comportamento, conteúdo/informação, apresentação/design, multimídia e formulários nos *websites* avaliados. A Tabela 2 exibe um resumo dos resultados médios obtidos por cada *website* em relação às dimensões avaliadas.

Tabela 2. Resultados de Avaliação da Ferramenta ASES.

Categoria	Tipo de Problema	
	<i>Erro</i>	<i>Aviso</i>
Marcação	27,07	312,22
Comportamento	3,56	5,33
Conteúdo/Informação	60,48	44,63
Apresentação / Design	0,19	9,48
Multimídia	0,00	0,00
Formulários	1,11	1,48

A análise dos resultados descritos na Tabela 2 revela achados importantes sobre diferentes categorias de acessibilidade nos *websites* avaliados:

Marcação: Para esta categoria, observou-se uma média de 27,07 erros e 312,22 avisos por *website*, indicando desafios significativos na organização lógica e semântica do código HTML. Os problemas mais frequentes incluíram a falta de conformidade com os Padrões *Web*, como tags HTML mal formadas e falta de elementos obrigatórios. O uso inadequado dos níveis de cabeçalho foi outro problema destacado, dificultando a navegação para usuários que dependem da estrutura lógica do conteúdo. Esses resultados ressaltam a importância de revisões estruturais para melhorar a clareza e a organização do conteúdo, garantindo uma experiência de navegação mais intuitiva e acessível para todos os usuários.

Comportamento: Nesta categoria, a média de erros foi de 3,56 por *website*, enquanto os avisos alcançaram 5,33. Esses resultados indicam desafios relacionados à acessibilidade de objetos programáveis, como menus interativos, elementos de formulários e conteúdos dinâmicos. Os erros envolvem a falta de etiquetas de acessibilidade, problemas de foco de teclado, ausência de alternativas textuais para conteúdos dinâmicos, entre outros. Já os avisos geralmente apontam para melhorias sugeridas para garantir uma experiência mais fluida e acessível para todos os usuários, como aprimorar a descrição de elementos interativos, melhorar a navegação por teclado e garantir a legibilidade de conteúdos dinâmicos para usuários de tecnologias assistivas. Esses aspectos são cruciais para proporcionar uma interação inclusiva e eficiente em ambientes digitais.

Conteúdo/Informação: Ao analisar esta categoria, verificou-se uma média de 60,48 erros e 44,63 avisos por *website*. Os resultados enfatizam a inadequação na descrição de links e na oferta de alternativas textuais para imagens, indicando desafios na acessibilidade de conteúdos informativos e de navegação. Os erros envolvem links com textos não descritti-

vos, ausência de textos alternativos em imagens importantes para compreensão do conteúdo, entre outros aspectos. Os avisos sugerem melhorias para garantir uma experiência mais inclusiva, como fornecer descrições claras e concisas para links, utilizar textos alternativos descritivos em imagens e outros elementos visuais, além de estruturar o conteúdo de forma lógica e intuitiva para facilitar a navegação por usuários de tecnologias assistivas.

Apresentação/Design: Ao avaliar esta categoria, verificou-se uma média de 0,19 erros e 9,48 avisos por *website*. Embora os números de erros sejam baixos, eles ressaltam a importância de considerar a acessibilidade nas decisões de *design*. Os avisos indicam áreas que podem ser aprimoradas para garantir uma experiência de usuário mais eficaz, como a escolha de esquemas de cores adequados para facilitar a legibilidade e a disposição de elementos na tela de forma clara e organizada. Esses aspectos são fundamentais para proporcionar uma experiência de usuário positiva e inclusiva, permitindo que todos os usuários possam acessar e interagir com o conteúdo independentemente de suas habilidades ou dispositivos utilizados.

Multimídia e Formulários: Ao analisar estas categorias, observou-se que ambas apresentaram números reduzidos de erros e avisos por *website*, indicando que não são áreas principais de preocupação em termos de acessibilidade. No entanto, mesmo com baixa incidência de problemas, ainda há espaço para melhorias em elementos multimídia, como vídeos e áudios, para garantir que sejam acessíveis a todos os usuários, incluindo aqueles com deficiências visuais ou auditivas. Da mesma forma, a construção de formulários deve ser cuidadosamente planejada para garantir uma experiência de usuário mais inclusiva e satisfatória.

O índice médio de acessibilidade atingiu 72,5%, revelando um nível geral satisfatório de acessibilidade nos *websites* analisados. Destacam-se os *websites* da UFSC, UFC e UFPB destacam-se por apresentarem poucos erros, com 53, 55 e 74 erros, respectivamente, indicando um bom nível de acessibilidade. No entanto, houve dificuldades na avaliação dos *websites* da UFPI, UFRGS, UFAC e UFT, impossibilitando a conclusão do processo de avaliação nesses casos. Por outro lado, os *websites* da UFPE, UFPR e UFMS registraram uma quantidade considerável de erros, com 3250, 951 e 573 erros, respectivamente, necessitando de intervenções mais abrangentes e significativas para melhorar a acessibilidade.

Avaliação com WAVE. A ferramenta WAVE foi empregada para fornecer uma análise visual e interativa dos *websites* das Universidades Federais, destacando erros, avisos e características acessíveis de cada *website*. Esta avaliação revelou uma presença de erros relacionados à navegação e estrutura do conteúdo, como links quebrados, falta de contraste adequado entre texto e fundo, e uso inadequado de elementos ARIA (*Accessible Rich Internet Applications*). A Tabela 3 ilustra os valores médios obtidos para cada um dos sites.

Tabela 3. Resultados de Avaliação da Ferramenta WAVE.

Tipo de Problema	Média por Website
<i>Erros</i>	18,11
<i>Avisos</i>	284,96
<i>Erros de Contraste</i>	19,93

Erros. A média de erros encontrados nos *websites* foi de 18,11. Esses erros representam falhas diretas de acessibilidade que impactam a capacidade dos usuários de interagir

plenamente com o conteúdo do *website*. Problemas como a falta de alternativas textuais para imagens, navegação inadequada e estruturas de cabeçalho mal organizadas estão incluídos nesse número. Embora haja problemas significativos a serem abordados, a quantidade de erros críticos por *website* não é excessivamente alta, sugerindo que melhorias direcionadas podem resultar em avanços substanciais na acessibilidade.

Alertas. A média de alertas por *website* foi de 284,96, indicando a presença de questões potenciais que podem ou não afetar diretamente a experiência do usuário, mas que exigem uma revisão para determinar se representam problemas reais de acessibilidade. Os alertas geralmente funcionam como indicadores para áreas que podem necessitar de ajustes ou uma análise mais detalhada, como o uso de cores, a organização do conteúdo ou a funcionalidade interativa.

Erros de Contraste. Os erros de contraste tiveram uma média de 19,93 por *website*, destacando uma área crítica de preocupação em muitos dos *websites* avaliados. O contraste inadequado entre o texto e o fundo dificulta a leitura para usuários com deficiências visuais ou problemas de visão. Este número enfatiza a importância de ajustar as paletas de cores e o design gráfico para melhorar a clareza visual e garantir que o conteúdo seja acessível a todos os usuários, incluindo aqueles que dependem de tecnologias assistivas para navegar na web.

Com base nos resultados da avaliação de acessibilidade dos *websites*, podemos destacar diferentes cenários encontrados. Alguns *websites*, como o da UFPB, enfrentaram dificuldades que impediram a conclusão da avaliação. Em relação aos erros identificados, observamos que UFAL, UFS e UFMG apresentaram poucos erros, com respectivamente 2, 3 e 6 erros, indicando um desempenho notável em termos de acessibilidade. Por outro lado, UFG, UFRR e UFT destacaram-se por apresentarem uma quantidade considerável de erros, com 53, 53 e 39 erros, respectivamente, evidenciando a necessidade de intervenções significativas para melhorar a acessibilidade desses *websites*.

Em relação aos problemas de contraste, é importante notar que UFAC, UFR e UFES demonstraram um excelente desempenho, sem apresentar qualquer erro de contraste. Por outro lado, UNIFAP, UFG e UFPI enfrentaram desafios significativos, com 69, 41 e 40 erros de contraste, respectivamente. Esses números enfatizam a urgência de ajustes nas paletas de cores e no design gráfico, visando melhorar a clareza visual e assegurar a acessibilidade para todos os usuários.

Tendências Gerais e Observações. Com base na avaliação detalhada dos *websites* das Universidades Federais, podemos identificar alguns aspectos principais e tendências em relação à acessibilidade digital. Primeiramente, é notável que a maioria dos *websites* analisados apresenta desafios significativos em termos de conformidade com as diretrizes de acessibilidade, especialmente nos níveis AA e AAA. Isso indica a necessidade premente de melhorias estruturais e de *design* para garantir uma experiência inclusiva para todos os usuários, independentemente de suas capacidades ou dispositivos utilizados. A presença de erros críticos, como a falta de alternativas textuais para imagens e problemas de contraste, destaca áreas específicas que requerem atenção imediata para promover a acessibilidade digital. O material suplementar do estudo indica valores e relatórios específicos para cada *website*, fornecendo uma análise detalhada que destaca as áreas de maior preocupação e necessidade de intervenção. Esses relatórios específicos podem servir como um guia para os administradores dos *websites* identificar e priorizar as melhorias necessárias para alcançar uma conformidade mais ampla com as diretrizes de acessibilidade.

Os resultados do estudo revelam que, apesar de esforços em andamento, persistem lacunas significativas na acessibilidade dos sites das universidades federais, particularmente em marcação semântica, navegação e disponibilização de alternativas textuais para multimídia. Foram observadas dificuldades na correta utilização de cabeçalhos, adequação de âncoras para navegação e na oferta de descrições para imagens. Esses problemas apresentam barreiras substanciais para pessoas com deficiência visual, que dependem de tecnologias assistivas para acessar conteúdos digitais. A inadequação na marcação semântica e na estruturação de cabeçalhos dificulta o uso de leitores de tela, impedindo a compreensão efetiva das informações. Além disso, a falta de textos alternativos para elementos visuais e o uso de cores com baixo contraste reduzem a autonomia desses usuários, limitando seu acesso a informações educacionais e institucionais vitais. Tais deficiências não apenas complicam a navegação, mas também podem restringir o uso pleno dos recursos online oferecidos pelas universidades. Isso sublinha a necessidade urgente de melhorias contínuas em acessibilidade para assegurar a inclusão plena de todos no ambiente educacional digital.

Por outro lado, observamos uma tendência positiva em alguns *websites*, como UFAL, UFS e UFMG, que demonstraram um desempenho notável ao apresentarem poucos erros de acessibilidade. Esses casos exemplares indicam que é possível alcançar altos padrões de acessibilidade por meio de práticas adequadas de *design* e desenvolvimento. No entanto, é essencial que as instituições se comprometam com avaliações regulares e melhorias contínuas para acompanhar as evoluções tecnológicas e as demandas dos usuários. Em suma, a acessibilidade digital deve ser uma prioridade contínua, com investimentos em educação, ferramentas adequadas e conscientização para garantir que todos os usuários tenham acesso igualitário à informação e serviços online.

6. Considerações Finais

O propósito desta pesquisa foi analisar a acessibilidade dos *websites* das Universidades Federais do Brasil, visando identificar os principais obstáculos que limitam o acesso universal a esses cruciais recursos educacionais. Por meio de uma abordagem metodológica que integrou avaliações automatizadas através das ferramentas AChecker, ASES e WAVE, o estudo ofereceu uma perspectiva ampla sobre o grau de conformidade com as diretrizes de acessibilidade estabelecidas pelo WCAG e E-Mag.

Os resultados evidenciaram que, embora algumas Universidades Federais estejam empenhadas em atender às diretrizes de acessibilidade, ainda há questões significativas em áreas como marcação semântica, navegação e disponibilização de alternativas textuais para conteúdos multimídia. Especificamente, foram detectadas dificuldades na correta utilização de cabeçalhos, na adequação de âncoras para facilitar a navegação e na oferta de alternativas textuais para imagens, ressaltando a necessidade de melhorias substanciais para alcançar um nível pleno de acessibilidade.

Para futuros estudos, surgem diversas oportunidades a partir desta pesquisa. Uma delas é a criação de diretrizes de acessibilidade personalizadas para as Universidades Federais, levando em conta suas particularidades e desafios específicos. Além disso, é importante implementar programas de capacitação para desenvolvedores *web* e gestores das universidades sobre a importância da acessibilidade e as melhores práticas para sua implementação. Estudos de caso em instituições específicas podem ser conduzidos para uma compreensão aprofundada das causas dos problemas de acessibilidade e o desenvolvimento de soluções direcionadas. Também é crucial estabelecer um sistema de monitoramento contínuo e avaliação periódica da acessibilidade dos *websites*, visando garantir a manutenção e o aprimoramento

constante das práticas de acessibilidade.

Concluindo, este estudo ressalta a importância vital de melhorar a acessibilidade nos *websites* das Universidades Federais. Alcançar uma acessibilidade completa exige uma abordagem abrangente que englobe avaliações rigorosas, implementação de melhorias técnicas, treinamento e uma cultura sólida de inclusão digital. As oportunidades identificadas para trabalhos futuros abrem caminho para um progresso significativo nessa jornada, buscando não apenas atender aos padrões mínimos de acessibilidade, mas também criar um ambiente educacional verdadeiramente inclusivo e acessível para todos.

Referências

- Arenhardt, D. L., Franchi, T. S., Costa, V. M. F., and Grohmann, M. Z. (2017). Acessibilidade digital: Uma análise em portais de instituições federais de educação do Brasil. *Education Policy Analysis Archives/Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 25:1–24.
- Basdekis, I., Klironomos, I., Metaxas, I., and Stephanidis, C. (2010). An overview of web accessibility in Greece: a comparative study 2004–2008. *Universal Access in the Information Society*, 9:185–190.
- Bittar, T. J., Faria, F. B., Amaral, L. A. d., and Fortes, R. P. d. M. (2012). Uma verificação de acessibilidade em formulários de contato de universidades públicas brasileiras. In *em CISTI2012- 7a Conferencia Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informaciao*.
- Brophy, P. and Craven, J. (2007). Web accessibility. *Library trends*, 55(4):950–972.
- Caldwell, B., Cooper, M., Reid, L. G., Vanderheiden, G., Chisholm, W., Slatin, J., and White, J. (2008). Web content accessibility guidelines (wcag) 2.0. *WWW Consortium (W3C)*, 290(1-34):5–12.
- Campoverde-Molina, M., Lujan-Mora, S., and Garcia, L. V. (2020). Empirical studies on web accessibility of educational websites: A systematic literature review. *IEEE Access*, 8:91676–91700.
- Carvalho, V., Cagnin, M., and Paiva, D. (2017). Avaliação de acessibilidade de web sites de governos estaduais do Brasil. In *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, pages 116–123. SBC.
- Conforto, D. and Santarosa, L. M. C. (2002). Acessibilidade à web: Internet para todos. *Informática na educação: teoria & prática. Porto Alegre. Vol. 5, n. 2 (nov. 2002), p. 87-102*.
- Consortium, W. W. W. et al. (2008). Web content accessibility guidelines (wcag) 2.0.
- Ferraz, R. (2017). *Acessibilidade na web*. Senac.
- Ferraz, R. (2020). *Acessibilidade na Web: boas práticas para construir sites e aplicações acessíveis*. Casa do Código.
- Ferreira, G. A. and de Barros Cianconi, R. (2011). Acessibilidade dos deficientes visuais e cegos às informações de bibliotecas universitárias na web. *Informação & Sociedade*, 21(2).
- Freire, A. P., Castro, M. d., and Fortes, R. P. d. M. (2009). Acessibilidade dos sites web dos governos estaduais brasileiros: uma análise quantitativa entre 1996 e 2007. *Revista de Administração Pública*, 43:395–414.

- Freitas, C. G., Braga, M. N., Delou, C. M., and Castro, H. (2016). A internet e os indivíduos com necessidades especiais: análise de acessibilidade de sites dos institutos federais no brasil.
- Gambino, O., Pirrone, R., and Giorgio, F. D. (2016). Accessibility of the italian institutional web pages: a survey on the compliance of the italian public administration web pages to the stanca act and its 22 technical requirements for web accessibility. *Universal Access in the Information Society*, 15:305–312.
- Ismailova, R. and Inal, Y. (2017). Web site accessibility and quality in use: a comparative study of government web sites in kyrgyzstan, azerbaijan, kazakhstan and turkey. *Universal Access in the Information Society*, 16:987–996.
- Kuzma, J. (2009). Regulatory compliance and web accessibility of uk parliament sites. *Journal of Information, Law & Technology (JILT)*, 2:1–15.
- Nagaraju, M., Chawla, P., and Rana, A. (2019). A practitioner’s approach to assess the wcag 2.0 website accessibility challenges. In *2019 Amity International Conference on Artificial Intelligence (AICAI)*, pages 958–966. IEEE.
- Oliveira, A. and Eler, M. (2015). Acessibilidade em governo eletrônico: um estudo sobre a aplicação de padrões web em sites gov. br. In *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, pages 691–698. SBC.
- Pardini, R., Bárbara, J., Scheid, H., Pereira, A. C., Meira Jr, W., Ferraz, R., and Rocha, B. (2021). Observatório da acessibilidade da web brasileira. In *Anais Estendidos do XXVII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web*, pages 71–74. SBC.
- Pimenta, M. S., Castro, T. L., Viero, D. M., Nakayama, L., Cavalheiro, A. P., Frighetto, M., MILETTO, E. M., and BORGES, R. C. d. M. (2002). A (in) acessibilidade de sites governamentais. In *V SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN COMPUTER SYSTEMS (IHC2002)*.
- Pinto, G. R. (2018). A acessibilidade digital e o direito à educação para pessoas com deficiência visual: uma análise de portais das universidades federais brasileiras.
- Santos, A. T. C. d. (2023). Uma análise da acessibilidade web dos sites das universidades federais do brasil com base no e-mag.
- Souza, M. d. and Almeida, F. G. (2023). Acessibilidade web dos sites das bibliotecas das universidades federais do estado de minas gerais. *RDBCI: Revista Digital de Bibliotecologia e Ciência da Informação*, 19:e021027.
- Sun, Z. and Zhang, J. (2009). On accessibility of concept, principle and model of educational web sites design. In *2009 International Conference on New Trends in Information and Service Science*, pages 730–733. IEEE.