

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

DÉBORA DOS SANTOS E SIQUEIRA

**Reaplicação de uma Avaliação dos Requisitos Não-Funcionais de
Acessibilidade, Usabilidade e Segurança sobre Páginas Web de Universidades
para Prospecção de Alunos no contexto Nacional**

**Alegrete
2025**

DÉBORA DOS SANTOS E SIQUEIRA

**Reaplicação de uma Avaliação dos Requisitos Não-Funcionais de
Acessibilidade, Usabilidade e Segurança sobre Páginas Web de Universidades
para Prospecção de Alunos no contexto Nacional**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia de Software da Universidade
Federal do Pampa, como requisito parcial
para obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia de Software.

Orientador: Dr. Gilleanes T. A. Guedes

Coorientador: Dr. **Diego Luis Kreutz**

**Alegrete
2025**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

Débora dos Santos Siqueira

Reaplicação de uma Avaliação dos Requisitos Não-Funcionais de Acessibilidade, Usabilidade e Segurança sobre Páginas Web de Universidades para Prospecção de Alunos no contexto Nacional

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 02 de Julho de 2025.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Gilleanes Thorwald Araújo Guedes

Orientador
(UniPampa)

Prof. Dr. Diego Kreutz

(UniPampa)

Prof. Dr. Jean Felipe Patikowski Cheiran

(UniPampa)

Prof. Dr. Williamson Alison Freitas Silva

(UniPampa)



Assinado eletronicamente por **WILLIAMSON ALISON FREITAS SILVA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 02/07/2025, às 22:09, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **GILLEANES THORWALD ARAUJO GUEDES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 02/07/2025, às 22:10, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **JEAN FELIPE PATIKOWSKI CHEIRAN, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 02/07/2025, às 22:11, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **DIEGO LUIS KREUTZ, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/07/2025, às 16:25, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1769618** e o código CRC **AED2342A**.

Referência: Processo nº 23100.021889/2024-11 SEI nº 1769618

Dedico este trabalho a todos aqueles que me motivaram e apoiaram durante a graduação.

AGRADECIMENTO

Este trabalho marca muito mais do que a conclusão de um curso. Ele representa o recomeço de um sonho que, por um tempo, eu precisei interromper. Mas hoje, olhando para trás, vejo que cada passo, por mais difícil que tenha sido, me trouxe até aqui.

Agradeço profundamente aos meus pais, que foram meu alicerce em todos os momentos. Seu amor, apoio incondicional e fé no meu potencial me sustentaram nos dias em que eu mesma duvidei da minha capacidade. Esta conquista é tão minha quanto de vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gilleanes T. A. Guedes, meu mais sincero agradecimento. Sua orientação segura, seu olhar criterioso, paciência e incentivo constante foram fundamentais para a construção deste trabalho e para que eu chegasse na etapa de conclusão do curso.

Aos meus colegas de jornada, Mathias Baldissera e Matheus Montanha, com quem compartilhei não apenas desafios acadêmicos, mas também companheirismo, trocas sinceras e apoio mútuo. Foi uma honra trilhar esse caminho ao lado de vocês.

Estendo também minha gratidão a todos os professores que passaram pela minha trajetória. Cada aula ministrada, cada palavra de incentivo, cada desafio proposto me formaram não só como profissional, mas como pessoa. Sou grata por cada olhar que acreditou.

Concluir este trabalho é uma vitória que carrego com orgulho. Não apenas por ter atingido um objetivo, mas por ter me reencontrado com ele — e, nesse processo, ter me reencontrado comigo mesma.

Recomeçar foi meu maior ato de coragem
— e acreditar em mim mesma, o passo
que mudou tudo.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso apresenta uma proposta metodológica para a avaliação de websites de universidades brasileiras, focando nos critérios de acessibilidade, usabilidade e segurança, considerando o ponto de vista dos alunos sobre prospecção. Baseado em um estudo internacional de referência e adaptado ao contexto nacional, o objetivo foi compreender como os portais institucionais atendem às necessidades de seus possíveis alunos e identificar oportunidades de melhoria. A metodologia foi aplicada em 65 universidades brasileiras, utilizando ferramentas reconhecidas como WAVE, AChecker, GTmetrix, SSL Labs e Sucuri SiteCheck para realizar análises técnicas conforme padrões globais, como as diretrizes WCAG 2.1. A avaliação revelou falhas significativas nos três critérios analisados, com predominância de erros de acessibilidade e vulnerabilidades de segurança em grande parte dos portais. Também foi possível identificar boas práticas em alguns casos, evidenciando iniciativas institucionais mais maduras no cuidado com a experiência digital. Os resultados obtidos permitiram elaborar recomendações práticas para melhoria contínua dos websites, promovendo inclusão digital, eficiência e proteção de dados, aspectos fundamentais para fortalecer a imagem das universidades e ampliar o acesso à educação.

Palavras-Chave: Acessibilidade, Usabilidade, Segurança, Websites Universitários.

ABSTRACT

This undergraduate thesis presents a methodological approach for evaluating the websites of Brazilian universities, focusing on three key non-functional criteria: accessibility, usability, and security, from the perspective of prospective students. Drawing upon a well-established international study and adapting it to the Brazilian context, the objective was to understand how institutional portals meet users' needs and to identify opportunities for improvement. The methodology was applied to 65 university websites using globally recognized tools such as WAVE, AChecker, GTmetrix, SSL Labs, and Sucuri SiteCheck, in alignment with international standards like the WCAG 2.1 guidelines. The evaluation revealed widespread deficiencies across all three criteria, particularly in accessibility and cybersecurity, highlighting critical areas that compromise user experience and data protection. Nevertheless, some universities demonstrated exemplary practices, showing a more mature digital presence. The findings supported the development of practical recommendations aimed at enhancing institutional websites, fostering digital inclusion, optimizing user interaction, and ensuring secure digital environments—essential elements for strengthening university visibility and expanding access to higher education.

Keywords: Accessibility, Usability, Security, University Websites.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Planilha de Acessibilidade	37
Figura 2 – Planilha de Usabilidade	37
Figura 3 – Planilha de Segurança	38
Figura 4 – Planilha de Dados Coletivos	38
Figura 5 – Erros WAVE	40
Figura 6 – Erros AChecker	42
Figura 7 – Média das Métricas de Usabilidade	45
Figura 8 – Distribuição das Notas de Usabilidade	43
Figura 9 – Distribuição das Notas de Segurança SSL	48
Figura 10 – Principais Problemas de Segurança nos Portais	49
Figura 11 – Média Geral dos portais	52
Figura 12 – Média Geral piores resultados	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de Instituições

33

LISTA DE ABREVIATURAS

TLS – Transport Layer Security

HTTP – Hypertext Transfer Protocol

HTML – Hypertext Markup Language

ARIA – Accessible Rich Internet Applications

XML – eXtensible Markup Language

CLS – Cumulative Layout Shift

LCP – Largest Contentful Paint

TBT – Total Blocking Time

HSTS – HTTP Strict Transport Security

CSP – Content Security Policy

DOM – Document Object Model

URL – Uniform Resource Locator

API – Application Programming Interface

DNS – Domain Name System

CDN – Content Delivery Network

JS – JavaScript

XSS – Cross-Site Scripting

SEO – Search Engine Optimization

OWASP – Open Worldwide Application Security Project

LISTA DE SIGLAS

WCAG – Web Content Accessibility Guidelines

WAVE – Web Accessibility Evaluation Tool

GTmetrix – Ferramenta para análise de desempenho de websites

SSL – Secure Sockets Layer

TLS – Transport Layer Security

HTTP – Hypertext Transfer Protocol

HTML – Hypertext Markup Language

ARIA – Accessible Rich Internet Applications

XML – eXtensible Markup Language

SSL Labs – Secure Sockets Layer Labs

Sucuri – Sucuri SiteCheck Scanner

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Acessibilidade em WebSites	16
2.1.1 Critérios de Sucesso e Níveis de Conformidade WCAG 2.1	18
2.2 Usabilidade em WebSites	19
2.3 Segurança em WebSites	19
2.4 A Relevância dos Websites de Universidades	20
2.5.1 WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool)	20
2.5.2 AChecker (Accessibility Checker)	21
2.5.3 GTMetrix	21
2.5.4 SSL Labs	21
2.5.5 Sucuri SiteCheck	22
2.5 Ferramentas de Análise de Websites	22
3 TRABALHOS RELACIONADOS	23
3.1 Avaliação da Acessibilidade dos Sítios Eletrônicos de Instituições de Ensino Superior	23
3.2 Análise da Conformidade com Acessibilidade Digital: Um Estudo no Contexto dos Websites das Universidades Federais Brasileiras	23
3.3 Evaluation of Web Content Accessibility in an Israeli Institution of Higher Education	24
3.4 Web Accessibility Evaluation of Top-Ranking University Websites in Spain, Chile, and Mexico	24
4 ESTUDO ORIGINAL	25
4.1 Seleção de Universidades	26
4.2 Dimensões de Análises	26
4.3 Resultados do Estudo Original	27
4.4 Limitações e Recomendações do Estudo	28
4.5 Conclusão do Estudo	28
4.6 Adaptação ao Contexto Brasileiro	28
4.7 Importância do Trabalho Base	29
5 METODOLOGIA	29
5.1 Organização da Pesquisa	29
5.1.1 Concepção do tema	29
5.1.2 Fundamentação Teórica	30
5.1.3 Estudo Original	30
5.1.4 Critérios de inclusão e exclusão	30
5.2 Ferramentas	30
5.3 Procedimentos de Análise	31
5.4 Análise de dados	31
5.5 Limitações	31
5.6 Engenharia de Software	31
6 RESULTADOS	33

6.1 Análise da Acessibilidade	39
6.1.1 Resultados com WAVE	39
6.1.2 Análise com AChecker	41
6.1.3 Comparativo entre as ferramentas	42
6.1.4 Conclusão geral de acessibilidade	43
6.2 Análise Usabilidade	44
6.3 Análise Segurança	47
6.3.1 Resultados obtidos	47
6.3.2 Principais falhas encontradas	48
6.3.3 Conclusão técnica da análise de segurança	49
6.4 Avaliação Geral dos Portais	50
6.4.1 Avaliação Geral de Melhores Portais	52
6.4.2 Avaliação Geral dos Piores Portais	53
7 DISCUSSÕES	54
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	57
ANEXOS	60

1 INTRODUÇÃO

Os websites desempenham, atualmente, um papel essencial na disseminação de informações e na interação entre instituições e seus públicos. No contexto das universidades, os portais institucionais são, muitas vezes, o principal ponto de contato com potenciais estudantes, professores e a comunidade em geral. Sua qualidade e eficiência podem influenciar significativamente a percepção da instituição, impactando diretamente na decisão de novos alunos em se matricular, buscar informações ou recomendar a universidade (NIELSEN, 1993; LAUTENBACH et al., 2020).

Um portal universitário deve ser acessível, garantindo inclusão para pessoas com deficiência; ser fácil de usar, oferecendo uma navegação intuitiva e responsiva; e seguro, protegendo dados sensíveis de seus usuários. Segundo as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG 2.1), a acessibilidade é alcançada ao garantir que todos os usuários, independentemente de suas habilidades ou dispositivos, possam interagir de forma equivalente com o conteúdo (W3C, 2018). Além disso, Jakob Nielsen (1993) define usabilidade como um atributo de qualidade de um sistema que mede a facilidade com que os usuários podem atingir seus objetivos, considerando aspectos como eficiência, aprendizado e satisfação. Complementando essa visão, Clark et al. (2019) destacam que a usabilidade não é apenas uma característica funcional, mas também um fator crítico para engajamento e retenção de usuários. Já a segurança, conforme Barreiros (2024), é fundamental para proteger informações sensíveis e garantir a confiança dos usuários, sendo indispensável em um ambiente digital seguro e confiável.

Por outro lado, websites que apresentam falhas nesses aspectos podem gerar frustração, desconfiança e até exclusão digital. Problemas como navegação confusa, falta de responsividade em dispositivos móveis e ausência de medidas de segurança podem afastar usuários e comprometer a reputação da instituição (WAVE, 2024; MACAKOĞLU et al., 2023). No caso das universidades, essas falhas podem resultar na perda de potenciais alunos e em uma percepção negativa da marca institucional.

Neste contexto, este trabalho avaliou os websites das universidades brasileiras com base em três critérios principais: acessibilidade, usabilidade e segurança. A metodologia deste trabalho toma como referência um estudo internacional previamente realizado por Şevval Seray Macakoğlu, Serhat Peker e İhsan Tolga Medeni (2023), que analisaram portais universitários em três continentes. A adaptação ao cenário brasileiro busca compreender como os websites das instituições nacionais atendem às necessidades de seus usuários e propor melhorias com base nas melhores práticas.

A análise deste trabalho foi conduzida utilizando ferramentas amplamente reconhecidas, como GTmetrix para usabilidade, WAVE para acessibilidade e Sucuri SiteCheck para segurança. A escolha do tema justifica-se pela crescente importância dos portais institucionais como ferramentas estratégicas no contexto educacional, não apenas para promover inclusão digital, mas também para fortalecer a imagem das universidades no cenário nacional (W3C, 2018; NIELSEN, 1993; CLARK et al., 2019; BARREIROS, 2024).

Dessa forma, este trabalho avaliou os websites de 65 universidades brasileiras com base em três critérios principais: acessibilidade, usabilidade e segurança. A adaptação do estudo internacional (Macakoğlu, Peker e Medeni, 2023) ao cenário brasileiro permitiu compreender como os websites das instituições nacionais atendem às necessidades de seus usuários e identificar pontos críticos que podem ser aprimorados.

Assim, este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta os resultados da aplicação prática da metodologia proposta, com foco na identificação de falhas e na proposição de melhorias. Os dados obtidos contribuem para a discussão sobre qualidade digital no ensino superior e evidenciam a necessidade de avanços concretos na construção de ambientes online mais acessíveis, funcionais e seguros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos fundamentais relacionados à acessibilidade, usabilidade e segurança em websites, bem como a relevância de avaliar esses aspectos nos sites de universidades. Esses conceitos sustentam a análise realizada nesta pesquisa e permitem compreender a importância de um ambiente web inclusivo, eficiente e seguro.

2.1 Acessibilidade em WebSites

A acessibilidade refere-se à criação de sites que possam ser utilizados por pessoas com diferentes tipos de limitações, incluindo deficiências visuais, auditivas, motoras e cognitivas. Segundo as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web, acessibilidade significa garantir que todos os usuários, independentemente de suas habilidades ou dispositivos, possam acessar e interagir com os conteúdos web de forma equivalente (W3C, 2018).

Segundo as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG 2.1), elaboradas pelo W3C (2018), o conceito de acessibilidade é sustentado por quatro princípios fundamentais: perceptibilidade, operabilidade, compreensibilidade e robustez.

- **Perceptibilidade:** As informações e componentes da interface devem ser apresentadas de modo que possam ser percebidas por todos os usuários. O conceito de perceptibilidade pode cobrir os seguintes aspectos:
 - **Alternativas para conteúdo não textual:** Todo elemento visual ou auditivo (como imagens, gráficos e vídeos) deve ser acompanhado de texto alternativo (ou descrições equivalentes para que possa ser interpretado por leitores de tela).
 - **Legibilidade do texto:** Deve-se garantir contraste adequado entre texto e plano de fundo, para beneficiar usuários com baixa visão.
 - **Adaptabilidade:** Deve-se oferecer diferentes maneiras de apresentar informações, como suporte a layouts responsivos e redimensionamento de texto, para atender a diversos dispositivos e contextos.

- **Suporte a legendas e transcrições:** Deve-se fornecer legendas em vídeos e transcrições para áudios para atender usuários com deficiência auditiva.
- **Operabilidade:** Os componentes da interface e a navegação devem ser utilizáveis por qualquer pessoa, incluindo aquelas que dependem de tecnologias assistivas ou dispositivos de apoio. Alguns aspectos de operabilidade incluem:
 - **Acessibilidade via teclado:** Todos os elementos interativos, como botões, links e formulários, devem ser navegáveis usando apenas o teclado, sem dependência do mouse.
 - **Prevenção de conteúdo com flashes:** Garantir que elementos gráficos ou animações não contenham flashes que possam desencadear convulsões em indivíduos com fotossensibilidade.
 - **Facilidade de navegação:** Implementar menus claros, breadcrumbs e mapas do site para ajudar os usuários a localizar informações e entender onde estão na página.
 - **Tempo suficiente para interação:** Garantir que os usuários tenham tempo adequado para ler e interagir com o conteúdo, evitando interrupções automáticas ou prazos excessivamente curtos.
- **Compreensibilidade:** A informação e a operação da interface devem ser de fácil entendimento, promovendo uma experiência fluida e intuitiva para todos os usuários. Entre os principais aspectos desta característica estão:
 - **Clareza na linguagem:** O conteúdo textual deve ser escrito em linguagem clara e objetiva, evitando jargões complexos ou termos técnicos difíceis de entender.
 - **Design previsível:** A interface deve se comportar de maneira consistente e previsível, evitando mudanças inesperadas ao clicar em botões ou preencher formulários.
 - **Mensagens de erro claras:** Em formulários, os erros devem ser identificados de maneira explícita, oferecendo instruções sobre como corrigi-los.

- **Robustez:** O conteúdo deve ser suficientemente robusto para ser interpretado por uma ampla variedade de agentes de usuário, incluindo navegadores modernos e tecnologias assistivas. Alguns aspectos relacionados a essa característica são:
 - **Compatibilidade com padrões web:** Deve-se garantir que o código HTML, CSS e JavaScript siga as melhores práticas e esteja em conformidade com os padrões do W3C.
 - **Suporte a dispositivos variados:** O conteúdo deve ser acessível em diferentes dispositivos, como smartphones, tablets e desktops, bem como tecnologias assistivas como lupas digitais e teclados adaptados.

A aplicação dessas diretrizes é essencial para garantir a inclusão digital e proporcionar igualdade de acesso ao conteúdo oferecido pelas universidades.

2.1.1 Critérios de Sucesso e Níveis de Conformidade WCAG 2.1

As Diretrizes WCAG 2.1 estabelecem critérios de sucesso, que são requisitos testáveis usados para verificar se um conteúdo digital está acessível. Diferentemente das diretrizes gerais, que funcionam como princípios norteadores, os critérios de sucesso são objetivos e mensuráveis. Eles também estão associados a materiais explicativos adicionais, que auxiliam no entendimento e na avaliação do cumprimento dos requisitos. Esses critérios estão organizados em três níveis de conformidade, projetados para atender a diferentes necessidades de acessibilidade e níveis de complexidade de implementação, oferecendo flexibilidade na adoção por desenvolvedores e organizações.

- **Nível A:** Representa os requisitos básicos de acessibilidade. Este nível abrange as barreiras mais críticas que impedem que o conteúdo seja acessado por pessoas com deficiências. É o nível mínimo exigido para que um site seja considerado acessível.
- **Nível AA:** Engloba critérios que abordam barreiras de acessibilidade mais comuns e que têm impacto significativo na usabilidade geral. Este é o nível de conformidade recomendado para a maioria dos sites públicos e privados.
- **Nível AAA:** É o nível mais alto de acessibilidade, atendendo às necessidades avançadas de grupos específicos de usuários com deficiências mais complexas. Embora desejável, nem todos os sites conseguem atingir este nível devido às suas demandas rigorosas.

Os níveis de conformidade são acumulativos, ou seja, para alcançar o nível AA, o site deve atender também aos requisitos do nível A, e para atingir o nível AAA, deve cumprir tanto os critérios dos níveis A quanto AA.

2.2 Usabilidade em WebSites

Usabilidade é um atributo de qualidade de um sistema que mede sua facilidade de uso e a eficiência com que os usuários podem atingir seus objetivos (NIELSEN, 1993). Jakob Nielsen propôs cinco aspectos principais da usabilidade:

- **Aprendizado:** A facilidade com que um novo usuário pode realizar tarefas básicas no sistema.
- **Eficiência:** A velocidade com que usuários experientes podem realizar suas tarefas.
- **Memorabilidade:** A facilidade com que usuários podem retornar ao sistema após um período sem usá-lo.
- **Erros:** A frequência, gravidade e capacidade de recuperação de erros cometidos pelos usuários.
- **Satisfação:** O nível de conforto e prazer experimentado pelos usuários ao interagir com o sistema.

Para as universidades, um site com boa usabilidade é essencial para atender a uma ampla gama de usuários, como estudantes, professores, pesquisadores e o público geral, facilitando o acesso à informação e aos serviços.

2.3 Segurança em WebSites

Conforme Barreiros (2024), a segurança em websites é um aspecto fundamental para proteger informações sensíveis e garantir a confiança dos usuários. A utilização de certificados SSL (Secure Sockets Layer) / TLS (Transport Layer Security), por exemplo, é essencial para criptografar dados e proteger comunicações entre o usuário e o servidor (SSL LABS, 2020). Além disso, práticas como a implementação de autenticação segura, proteção contra ataques de injeção SQL e a realização de testes regulares de vulnerabilidade são cruciais para manter a integridade e a confidencialidade dos sistemas.

A falta de segurança pode expor dados confidenciais, desde informações pessoais de estudantes e registros acadêmicos até riscos de vazamento e mau uso. Para instituições de ensino, manter padrões elevados de segurança é vital para preservar a integridade da sua reputação.

2.4 A Relevância dos Websites de Universidades

Os sites de universidades são o principal canal de comunicação entre as instituições e a sociedade. Eles fornecem informações sobre cursos, pesquisas, eventos e serviços, além de atuar como um portal para a educação à distância. Portanto, garantir que esses sites sejam acessíveis, usáveis e seguros é essencial para promover a inclusão digital e assegurar que as informações estejam disponíveis para todos.

Estudos anteriores, como o realizado por Şevval Seray Macakoğlu, Serhat Peker e İhsan Tolga Medeni (2023), destacam que muitas instituições ainda enfrentam desafios na implementação dessas boas práticas, o que reforça a necessidade de análises aprofundadas e ações corretivas.

2.5.1 WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool)

Desenvolvida pela WebAIM, é utilizada para avaliar a acessibilidade de websites, identificando barreiras que podem dificultar o acesso de pessoas com deficiências. Ela fornece uma análise visual, destacando problemas como falta de texto alternativo, contraste inadequado de cores, estrutura semântica deficiente e erros no uso de atributos ARIA.

A WAVE também sinaliza elementos que estão acessíveis, como a presença de textos alternativos em imagens e rótulos claros em formulários. Sua interface intuitiva apresenta os problemas diretamente na página analisada, permitindo que desenvolvedores façam ajustes com base nas Diretrizes WCAG. Além disso, a ferramenta é gratuita, podendo ser utilizada como extensão de navegador ou na web (WAVE, 2024).

2.5.2 AChecker (Accessibility Checker)

É uma ferramenta gratuita que avalia a acessibilidade de páginas web, verificando sua conformidade com diretrizes como as WCAG e outros padrões de acessibilidade definidos. Desenvolvido pelo Inclusive Design Research Centre (IDRC), ele permite identificar barreiras de acessibilidade que podem impactar usuários com diferentes tipos de deficiências (AChecker, 2024). A ferramenta analisa o código do site e classifica os problemas encontrados em três categorias:

- **Erros conhecidos:** Problemas identificados automaticamente e que precisam ser corrigidos.
- **Avisos potenciais:** Questões que exigem uma revisão manual para determinar sua relevância.
- **Erros ocultos:** Problemas que dependem do contexto e necessitam de testes adicionais para confirmação.

2.5.3 GTMetrix

GTmetrix é uma ferramenta online que analisa o desempenho técnico de websites, com foco na velocidade de carregamento e eficiência de recursos. Utilizando métricas como LCP (Largest Contentful Paint) e TBT (Total Blocking Time), ela fornece relatórios detalhados com recomendações para melhorar o desempenho do site. Embora essas métricas influenciem indiretamente a experiência do usuário, elas pertencem à categoria de eficiência de desempenho, segundo o modelo SQuaRE da ISO/IEC 25010, e não são tradicionalmente classificadas como métricas de usabilidade.

Além disso, o GTmetrix oferece recursos como monitoramento contínuo, alertas personalizados, testes em dispositivos móveis e análise a partir de diferentes localidades. A ferramenta possui uma versão gratuita com funcionalidades básicas e planos pagos para análises mais completas.

2.5.4 SSL Labs

O Qualys SSL Labs é uma ferramenta gratuita que avalia a segurança e a configuração de SSL/TLS em servidores web. Oferece o SSL Server Test, que analisa certificados digitais, protocolos suportados, cifras criptográficas e atribui uma

nota para ajudar na identificação de vulnerabilidades e melhorias. Também monitora o estado geral do SSL/TLS na web através do SSL Pulse. É uma referência essencial para fortalecer a segurança dos servidores.

2.5.5 Sucuri SiteCheck

O Sucuri SiteCheck é uma ferramenta gratuita que permite analisar a segurança de websites, identificando possíveis ameaças e vulnerabilidades. Ao inserir a URL de um site, o SiteCheck realiza uma varredura abrangente, verificando a presença de malwares, status em listas de bloqueio e outras formas de código malicioso.

Além disso, a ferramenta avalia se o site utiliza software desatualizado, o que pode representar riscos de segurança. Os resultados são apresentados em um relatório detalhado, facilitando a identificação de problemas e orientando sobre as medidas corretivas necessárias (Sucuri, 2024).

2.5 Ferramentas de Análise de Websites

Para conduzir uma avaliação detalhada dos websites institucionais, é essencial utilizar ferramentas automatizadas que identifiquem barreiras de acessibilidade, problemas de usabilidade e vulnerabilidades de segurança. Essas ferramentas permitem uma análise técnica eficaz, baseada em padrões reconhecidos como as diretrizes WCAG 2.1, facilitando a identificação de pontos de melhoria e a adoção de boas práticas.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

A seguir, são apresentados trabalhos diretamente relacionados ao tema deste Trabalho de Conclusão de Curso, que abordam a acessibilidade de websites institucionais e oferecem subsídios teóricos e metodológicos para a presente pesquisa.

3.1 Avaliação da Acessibilidade dos Sítios Eletrônicos de Instituições de Ensino Superior

O estudo conduzido por Paula, Bem e Ferreira (2022) avaliou a acessibilidade dos websites de Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) no estado de Minas Gerais, utilizando ferramentas automáticas como ASES e AccessMonitor. A pesquisa, de natureza descritiva e exploratória, identificou médias de 79,55% (ASES) e 5,35 (AccessMonitor), evidenciando que os sites não atendem plenamente às diretrizes WCAG 2.0 e ao modelo eMAG, proposto pelo governo brasileiro.

Entre os principais problemas encontrados estão a ausência de textos alternativos, links que não direcionam ao conteúdo principal e falhas que dificultam a navegação para pessoas com deficiências. A relação deste estudo com o presente trabalho reside no uso de ferramentas automáticas para avaliação da acessibilidade e na ênfase em padrões normativos, como as WCAG e o eMAG, que também fundamentam a análise proposta para os websites das universidades brasileiras neste trabalho.

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

Realizado por Albuquerque et al. (2024), avaliou a acessibilidade de websites de 27 Universidades Federais no Brasil, utilizando as ferramentas AChecker, ASES e WAVE. O estudo analisou a conformidade com as diretrizes WCAG e o modelo eMAG, identificando problemas como a ausência de marcação semântica, dificuldades de navegação e falta de alternativas textuais para mídias.

Os autores destacaram que, embora iniciativas de melhoria tenham sido realizadas, há uma necessidade contínua de esforços para atingir níveis satisfatórios de acessibilidade. Este trabalho é relevante por sua metodologia rigorosa e abrangência nacional, servindo como base para a replicação de análises em diferentes contextos regionais no Brasil, como o proposto nesta pesquisa.

3.3 Evaluation of Web Content Accessibility in an Israeli Institution of Higher Education

O estudo conduzido por Laufer Nir e Rimmerman (2018) analisou a acessibilidade dos conteúdos web na Universidade de Haifa, em Israel, durante um período de mudanças legislativas relacionadas à acessibilidade digital. Utilizando a ferramenta automatizada WAVE, os autores avaliaram a conformidade de páginas institucionais com as diretrizes WCAG 2.0 e os padrões locais de acessibilidade (SI 5568). Os resultados indicaram que todas as páginas avaliadas apresentaram barreiras significativas de acessibilidade, com uma média de 32,77 erros por página, sendo os problemas de contraste e a ausência de textos alternativos os mais frequentes.

Além disso, destacou a necessidade de legislação clara e treinamento técnico para promover acessibilidade nos portais acadêmicos. A relação deste estudo com o presente trabalho está na metodologia aplicada, que utiliza ferramentas automatizadas para identificar deficiências em acessibilidade, e na ênfase na adaptação de padrões internacionais para contextos locais, prática similar à abordagem proposta para as universidades brasileiras neste trabalho.

3.4 Web Accessibility Evaluation of Top-Ranking University Websites in Spain, Chile, and Mexico

O estudo conduzido por Carlos Máñez-Carvajal, Jose Francisco Cervera-Mérida e Rocío Fernández-Piqueras (2019) avaliou a acessibilidade das páginas iniciais de universidades de destaque na Espanha, Chile e México, selecionadas com base no ranking Webometrics. Utilizando ferramentas automatizadas como WAVE e TAW, o trabalho analisou a conformidade dos websites com as diretrizes WCAG 2.0.

Os resultados indicaram que nenhum dos portais atingiu os requisitos mínimos do nível A de acessibilidade, sendo os erros relacionados ao princípio Perceptível os mais frequentes, com destaque para a ausência de alternativas textuais para conteúdo visual e falhas de contraste de cores. Embora as diferenças entre os países não tenham sido estatisticamente significativas, o estudo revelou que o Chile apresentou a maior quantidade de erros, seguido pelo México e Espanha. O trabalho concluiu que os websites avaliados ainda apresentam barreiras significativas para usuários com deficiência, principalmente aqueles que utilizam tecnologias assistivas.

4 ESTUDO ORIGINAL

Nossa pesquisa se baseia majoritariamente no estudo de Macakoğlu, Peker e Medeni publicado em 2023 e intitulado *"Accessibility, usability, and security evaluation of universities' prospective student web pages: a comparative study of Europe, North America, and Oceania"*. Este estudo analisou os sites de universidades utilizando critérios de acessibilidade, usabilidade e segurança. A pesquisa foi conduzida em instituições de ensino superior da Europa, América do Norte e Oceania, avaliando aspectos fundamentais para a experiência do usuário e a conformidade com padrões internacionais. Os autores aplicaram as seguintes ferramentas e diretrizes:

- **Acessibilidade:** Avaliada com base nas diretrizes WCAG 2.0/2.1, utilizando ferramentas como WAVE e AChecker.
- **Usabilidade:** Medida com base no tempo de carregamento, responsividade e adesão a princípios de design centrado no usuário, utilizando a ferramenta GTmetrix.
- **Segurança:** Analisada por meio da presença de HTTPS, validação de certificados SSL/TLS e identificação de vulnerabilidades, utilizando SSL Labs e Sucuri SiteCheck.

O estudo destacou a importância de implementar boas práticas nos sites institucionais, apontando deficiências recorrentes em acessibilidade e segurança, além de enfatizar a necessidade de interfaces mais intuitivas e eficientes.

4.1 Seleção de Universidades

A seleção das universidades avaliadas foi baseada no **ranking Webometrics** e **EduRank**, que mede a presença online e o impacto acadêmico das instituições de ensino superior. Das universidades listadas, foram escolhidas as 10 melhores de cada país, totalizando 330 instituições de 33 países. O estudo focou especificamente nas páginas destinadas a estudantes potenciais, excluindo instituições que não possuíam tais páginas ou estavam fora do ranking.

4.2 Dimensões de Análises

A aplicação do estudo foi estruturada em três principais dimensões de análise, cada uma avaliada com ferramentas específicas selecionadas por sua confiabilidade e capacidade de automação:

- **Acessibilidade:**

A análise seguiu as diretrizes WCAG 2.0 e utilizou a ferramenta **TAW**, que verifica a conformidade dos websites com os critérios perceptível, operável, compreensível e robusto. Os problemas foram categorizados como "Problemas encontrados", "Sem problemas" e "Revisão humana recomendada". Apenas os problemas identificados automaticamente foram considerados na análise.

- **Usabilidade:**

A ferramenta GTmetrix foi utilizada para avaliar parâmetros de desempenho, como:

- Tempo de carregamento total (Fully Loaded Time);
- Tempo para exibição do primeiro conteúdo visível (First Contentful Paint);
- Índice de velocidade (Speed Index).

Esses indicadores-chave medem a experiência do usuário, especialmente em relação à eficiência e responsividade. Também foram analisados o tamanho das páginas e o número de solicitações HTTP.

- **Segurança:**

A avaliação de segurança foi realizada com o Sucuri SiteCheck, que analisa aspectos como:

- Presença de criptografia TLS (SSL);
- Exposição de informações do servidor;
- Uso de software desatualizado.

A ferramenta também verificou a inclusão de sites em listas de bloqueio devido a comportamentos maliciosos

4.3 Resultados do Estudo Original

Os resultados do estudo revelaram diferenças significativas entre os continentes nas dimensões de acessibilidade, usabilidade e segurança analisadas. Na dimensão de acessibilidade, apenas 5% das páginas avaliadas conseguiram atender ao nível AA das diretrizes WCAG 2.0, evidenciando uma baixa conformidade com os padrões globais.

Entre os problemas mais frequentes identificados, destacam-se a ausência de textos alternativos para conteúdos não textuais e falhas de parsing, que dificultam a navegação e a interação de usuários com necessidades especiais. A América do Norte apresentou o melhor desempenho nessa categoria, enquanto a Europa registrou o maior número de erros, demonstrando desigualdades regionais na implementação de práticas acessíveis.

Em relação à usabilidade, mais da metade dos websites analisados tiveram desempenho inferior ao esperado. Tempos de carregamento excessivamente longos foram um dos principais fatores que comprometeram a experiência do usuário. Na América do Norte, no entanto, 80% dos websites alcançaram métricas consideradas aceitáveis, o que destaca um maior compromisso com o desempenho. Outro aspecto relevante foi o tamanho das páginas, em que aproximadamente 50% dos sites ultrapassaram os limites recomendados, prejudicando ainda mais a velocidade de carregamento e, conseqüentemente, a usabilidade geral.

No quesito segurança, a análise mostrou que mais de 90% dos websites utilizam criptografia TLS (SSL), um dado positivo para a proteção das interações dos

usuários. Entretanto, 25 páginas avaliadas não implementaram esse recurso de segurança essencial. Além disso, cerca de 20% dos servidores estavam desatualizados, tornando os sites vulneráveis a ataques cibernéticos. Esses resultados reforçam a necessidade de ações mais proativas para mitigar riscos e melhorar a confiabilidade dos websites, especialmente em contextos institucionais sensíveis, como o de universidades.

4.4 Limitações e Recomendações do Estudo

Os autores destacaram que, embora as ferramentas automatizadas sejam eficazes para análises em larga escala, elas apresentam limitações. Recomenda-se complementar essas análises com avaliações qualitativas baseadas na experiência do usuário real. As principais recomendações para melhorias incluem:

- Aderência rigorosa às diretrizes WCAG 2.0;
- Otimização de desempenho, com redução de tempo de carregamento e tamanhos de página;
- Atualização regular de servidores e reforço nos protocolos de segurança.

4.5 Conclusão do Estudo

O estudo demonstrou a necessidade de avanços significativos em acessibilidade, usabilidade e segurança, não apenas para cumprir padrões técnicos, mas para garantir uma experiência inclusiva para todos os usuários. Embora as páginas da América do Norte tenham apresentado os melhores resultados, ainda há espaço para melhorias globais, com ênfase na redução de desigualdades entre os continentes. O trabalho original oferece uma base sólida para estudos futuros e adaptações para outros contextos, como no caso brasileiro.

4.6 Adaptação ao Contexto Brasileiro

O presente trabalho utiliza os métodos e critérios descritos no estudo base, mas pretende adaptar sua aplicação ao contexto das universidades brasileiras. O foco está em identificar:

- A conformidade dos sites das universidades brasileiras com padrões de acessibilidade.

- A eficiência e a usabilidade dos sites para os diferentes perfis de usuários, como estudantes, professores e público geral.
- A segurança dos dados e das interações realizadas nesses sites.

A adaptação inclui a análise de uma amostra composta por universidades selecionadas a partir do ranking Webometrics, assegurando uma representatividade de instituições públicas e privadas em diferentes regiões do Brasil.

4.7 Importância do Trabalho Base

O trabalho base oferece uma metodologia consolidada e validada, permitindo que esta pesquisa siga parâmetros comparáveis e confiáveis. Ao replicar e adaptar o estudo ao cenário nacional, busca-se gerar insights sobre as condições dos websites de universidades brasileiras, propondo recomendações práticas para aprimorar a acessibilidade, a usabilidade e a segurança desses portais.

5 METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo aplicado e exploratório. Seu objetivo principal é avaliar os websites de universidades brasileiras sob os aspectos de acessibilidade, usabilidade e segurança, utilizando métricas e ferramentas semelhantes às do estudo base. Para isso, foram seguidos os passos descritos a seguir.

5.1 Organização da Pesquisa

A pesquisa foi estruturada em etapas, desde a seleção dos sites até a análise e discussão dos resultados.

5.1.1 Concepção do tema

O tema deste TCC foi definido com base em uma análise preliminar da importância da acessibilidade, usabilidade e segurança em sites institucionais, especialmente em universidades. A decisão de replicar e adaptar um trabalho já validado internacionalmente, no contexto das universidades brasileiras, foi tomada após revisão bibliográfica e identificação da relevância do problema no cenário

nacional. Assim, a pesquisa busca avaliar o nível de conformidade dos websites com padrões estabelecidos e fornecer recomendações para melhorias.

5.1.2 Fundamentação Teórica

Após a definição do tema, foi realizada uma pesquisa de conceitos relevantes para embasar os critérios de acessibilidade, usabilidade e segurança. Esses conceitos incluem as diretrizes WCAG, as heurísticas de usabilidade de Nielsen e práticas de segurança em ambientes web. Os conteúdos estudados e relacionados ao trabalho são apresentados no Capítulo 2.

5.1.3 Estudo Original

O trabalho base escolhido para este TCC foi analisado detalhadamente, incluindo seus métodos, critérios de avaliação e resultados. A escolha deste trabalho foi fundamentada na robustez da metodologia aplicada e sua relevância para estudos comparativos no Brasil. Essa análise e a adaptação do trabalho ao cenário brasileiro são discutidas no Capítulo 4.

5.1.4 Critérios de inclusão e exclusão

Utilizou-se o **ranking Webometrics** e **EduRank**, uma base consolidada para identificar as principais universidades brasileiras. Foram selecionadas as 65 melhores universidades, com base em sua relevância digital e diversidade entre instituições públicas e privadas.

5.2 Ferramentas

Para garantir uma análise padronizada e confiável, serão utilizadas as seguintes ferramentas conforme o estudo base:

- **Acessibilidade:** WAVE e AChecker serão utilizadas para identificar erros conforme as diretrizes WCAG 2.0/2.1.
- **Usabilidade:** Avaliações com GTmetrix
- **Segurança:** Ferramentas como SSL Labs, Sucuri SiteCheck irão verificar a implementação de HTTPS, certificados válidos e possíveis vulnerabilidades.

5.3 Procedimentos de Análise

Pretende-se avaliar os sites segundo os mesmos critérios do estudo original:

- **Acessibilidade:** Número e tipo de erros encontrados, categorizados por nível de gravidade.
- **Usabilidade:** Desempenho do site (tempo de carregamento, estrutura)
- **Segurança:** Presença de HTTPS, verificação de certificados SSL/TLS, exposição a ataques comuns.

5.4 Análise de dados

Pretendemos organizar os resultados em uma planilha para facilitar a tabulação e a comparação entre as universidades. Cada instituição será avaliada considerando as categorias de acessibilidade, usabilidade e segurança e as médias calculadas para identificar tendências nacionais.

5.5 Limitações

A pesquisa pode estar sujeita a limitações devido à disponibilidade de informações nos sites e à variabilidade das ferramentas utilizadas para análise.

5.6 Engenharia de Software

O tema do presente Trabalho de Conclusão de Curso está intrinsecamente ligado à Engenharia de Software, pois aborda a avaliação e aprimoramento de requisitos não funcionais essenciais a sistemas web – acessibilidade, usabilidade e segurança – que são pilares fundamentais no desenvolvimento de software de alta qualidade. Esses aspectos são diretamente associados a práticas e disciplinas da área, como garantia da qualidade de software, engenharia de requisitos, arquitetura de sistemas e desenvolvimento centrado no usuário (SOMMERVILLE, 2011). Além disso, esses fatores de qualidade são formalmente descritos no modelo SQuaRE (ISO/IEC 25010), que estabelece uma base normativa para avaliação de atributos como eficiência de desempenho, compatibilidade, segurança e usabilidade (ISO, 2024).

Em primeiro lugar, a acessibilidade está relacionada à capacidade de um software atender às necessidades de todos os usuários, incluindo aqueles com deficiências. Esse tema se conecta à Engenharia de Software por meio de disciplinas como projeto de interface e engenharia de requisitos, que enfatizam a importância de coletar requisitos inclusivos e garantir que o sistema atenda a padrões de acessibilidade, como as diretrizes WCAG. Além disso, a análise da acessibilidade envolve o uso de ferramentas e processos automatizados que fazem parte das melhores práticas em verificação e validação de software.

A usabilidade, por sua vez, está diretamente ligada ao design centrado no usuário, que é uma abordagem amplamente utilizada na Engenharia de Software. Essa dimensão reflete o compromisso com a criação de interfaces intuitivas e eficientes, que proporcionam uma experiência satisfatória para os usuários. Métodos e ferramentas de avaliação de usabilidade, como os utilizados no estudo, fazem parte do processo de garantia da qualidade e são aplicados para medir a eficiência e eficácia de sistemas desenvolvidos, sendo, portanto, essenciais na formação de um engenheiro de software.

A segurança é uma das áreas mais críticas na Engenharia de Software moderna (PRESSMAN, 2020). A análise e mitigação de vulnerabilidades, como a implementação de criptografia TLS e a atualização de servidores, são atividades cruciais para garantir a robustez e a confiabilidade dos sistemas. Essa dimensão conecta-se a práticas de engenharia de software segura, que visam incorporar segurança ao longo do ciclo de vida do desenvolvimento de software, desde a análise de requisitos até a implantação e manutenção.

Além disso, a metodologia empregada neste TCC, que inclui a seleção e aplicação de ferramentas automatizadas para análise de websites, reflete a aplicação prática dos princípios da Engenharia de Software. Ferramentas como GTmetrix, TAW e Sucuri exemplificam o uso de tecnologias para automação de testes, que são parte integrante de processos de engenharia, como integração contínua e desenvolvimento ágil. A replicação do estudo em um contexto brasileiro também ilustra a importância de adaptações locais e de uma análise contextual, habilidades cruciais para profissionais da área.

6 RESULTADOS

Com o objetivo de garantir a continuidade e a consistência da análise proposta, este capítulo apresenta os resultados obtidos na nova aplicação da metodologia de avaliação dos websites universitários brasileiros. Para a seleção das instituições a serem analisadas, inicialmente foi utilizada a listagem do ranking Webometrics, como previsto na proposta metodológica. No entanto, devido a instabilidades recorrentes no site oficial do Webometrics ao longo do processo de coleta, tornou-se necessário adotar uma estratégia complementar para assegurar a confiabilidade da amostra.

Dessa forma, optou-se por utilizar também o ranking EduRank, que se mostrou uma fonte atualizada, estável e com escopo semelhante ao do ranking anterior. Essa decisão não apenas viabilizou a continuidade da análise como também fortaleceu a seleção das universidades a partir de dois referenciais reconhecidos no cenário acadêmico internacional (EduRank, 2024).

Com isso, foram selecionadas 65 instituições de ensino superior brasileiras, abrangendo tanto universidades públicas quanto privadas, federais, estaduais e confessionais. Entre elas, destacam-se universidades amplamente conhecidas nacionalmente, garantindo representatividade geográfica e institucional à pesquisa. As 65 instituições são apresentadas na *tabela 1* com seus respectivos portais que foram analisados.

Tabela 1 – Instituições

Instituições	Sigla	Portal
Universidade de São Paulo	USP	https://www5.usp.br/
Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ	https://ufrj.br/
Universidade Estadual de Campinas	Unicamp	https://www.unicamp.br/
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	https://ufrgs.br/
Universidade Federal de Minas	UFMG	https://www.ufmg.br/

Gerais		
Universidade Estadual Paulista	Unesp	https://www.unesp.br/
Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC	https://www.ufsc.br/
Universidade Federal do Paraná	UFPR	https://www.ufpr.br/
Universidade de Brasília	UNB	https://unb.br/
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	https://www.ufpe.br/
Universidade Federal da Bahia	UFBA	https://www.ufba.br/
Universidade do Estado do Rio de Janeiro	UERJ	https://www.uerj.br/
Universidade Federal Fluminense	UFF	https://www.uff.br/
Universidade Federal de São Paulo	Unifesp	https://unifesp.br/
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	PUC-RJ	https://www.puc-rio.br/
Universidade Federal do Ceará	UFC	https://www.ufc.br/
Universidade Federal de São Carlos	UFSCar	https://www.ufscar.br/
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN	https://www.ufrn.br/
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	PUCRS	https://www.pucrs.br/
Universidade Federal de Santa Maria	UFSM	https://www.ufsm.br/
Universidade Federal da Paraíba	UFPB	https://www.ufpb.br/
Universidade Federal de Goiás	UFG	https://www.ufg.br/
Universidade Federal do Pará	UFPA	https://www.ufpa.br/
Universidade Federal de Viçosa	UFV	https://www.ufv.br/
Universidade Federal do Espírito Santo	UFES	https://www.ufes.br/
Universidade Estadual de Londrina	UEL	https://www.uel.br/
Universidade Estadual de	UEM	https://www.uem.br/



Maringá		
Universidade Federal de Uberlândia	UFU	https://www.ufu.br/
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	PUC-SP	https://www.pucsp.br/
Universidade Federal de Pelotas	UFPEl	https://www.ufpel.edu.br/
Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF	https://www.ufjf.br/
Pontifícia Universidade Católica do Paraná	PUC-PR	https://www.pucpr.br/
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR	https://www.utfpr.edu.br/
Universidade do Vale do Rio dos Sinos	Unisinos	https://www.unisinos.br/
Universidade Federal de Mato Grosso	UFMT	https://www.ufmt.br/
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	PUC-Minas	https://www.pucminas.br
Universidade Federal do Amazonas	UFAM	https://www.ufam.edu.br
Universidade Federal de Alagoas	UFAL	https://ufal.br
Universidade Federal de Lavras	UFLA	https://ufla.br
Universidade Federal de Sergipe	UFS	https://www.ufs.br
Universidade Federal do Tocantins	UFT	https://www.uft.edu.br
Universidade Estadual do Maranhão	UEMA	https://www.uema.br
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	UFRRJ	https://portal.ufrrj.br
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (alternativa)	UFRRJ	https://institucional.ufrrj.br
Universidade Federal de Roraima	UFRR	https://ufrr.br
Universidade Federal do ABC	UFABC	https://www.ufabc.edu.br
Universidade Federal de Mato	UFMS	https://www.ufms.br

Grosso do Sul		
Universidade Federal de Ouro Preto	UFOP	https://www.ufop.br
Universidade de Caxias do Sul	UCS	https://www.ucs.br
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	UFRB	https://www.ufrb.edu.br
Universidade Estadual do Oeste do Paraná	UNIOESTE	https://www.unioeste.br
Universidade de Passo Fundo	UPF	https://www.upf.br
Universidade Federal de São João del-Rei	UFSJ	https://www.ufsj.edu.br
Universidade Federal do Pampa	UNIPAMPA	https://www.unipampa.edu.br

A análise dos portais dessas universidades foi realizada com base nos três eixos definidos na metodologia: **acessibilidade**, **usabilidade** e **segurança**. Para isso, foram aplicadas ferramentas amplamente reconhecidas na literatura e no setor de desenvolvimento web, como o WAVE e AChecker (para verificação da acessibilidade com base nas diretrizes WCAG 2.1), o GTmetrix (para avaliar desempenho e usabilidade, com foco em métricas como LCP, TBT e CLS) e o Sucuri SiteCheck (para verificar aspectos de segurança digital e eventuais vulnerabilidades). A coleta dos dados foi realizada individualmente para cada universidade, respeitando o mesmo processo de análise aplicado anteriormente, garantindo a comparabilidade dos resultados com a etapa inicial do projeto.

Para organizar os dados coletados, foram produzidas três planilhas, cada uma representando um dos critérios avaliados. A primeira planilha, referente à acessibilidade (*figura 1*), contém as seguintes colunas: Nome da Universidade, Erros WAVE, Tipos de Erro WAVE, Erros AChecker e Tipos de Erro AChecker. A soma dos erros encontrados nas duas ferramentas foi utilizada como indicador de acessibilidade, permitindo uma análise quantitativa padronizada.

Figura 1 – Planilha Acessibilidade

Universidade	Site Oficial	WAVE - TOTAL (WAVE - TIPOS DE ERRO	WAVE - Aler	WAVE - Tipo Alertas	Achecker-ERROS	Achecker- Tipos ERROS
USP	https://www5.usp.br/	33 X Imagem vinculada sem texto alternativo 2 X Rótulo de formulário ausente 4 X Link vazio	42	33 X Link redundante	65	59x Uso incorreto da tag <i> para estilo (deve-se usar ou) 4x Âncora <a> sem texto (link vazio) 1x Rótulo (<label>) sem texto 1x Cabeçalho fora de ordem (<h2> seguido de <h3> incorretamente)
UFRJ	https://ufrj.br/	1 X Texto alternativo ausente 8 X Imagem vinculada sem texto alternativo 14 5 X botão vazio	9	1 X Uma imagem próxima tem o mesmo texto alternativo 1 X Nível de título ignorado 2 X Link da mesma página quebrado 5 X Link redundante		17x In  como  descritivo 7x Âncoras (<a>) sem texto 2x Tag <i> usada para estilo (deveria ser ou) 1x Imagem sem atributo alt 1x Cabeçalho fora de ordem (<h3> sem precedência correta)

Fonte : O autor

A segunda planilha aborda a usabilidade (*figura 2*), contendo colunas como *Nome da Universidade*, *Nota GTmetrix*, *Performance (%)*, *Estrutura (%)*, *LCP (Largest Contentful Paint)*, *TBT (Total Blocking Time)* e *CLS (Cumulative Layout Shift)*. A nota GTmetrix foi convertida para uma escala numérica para compor a média geral.

Figura 2 – Planilha Usabilidade

Universidade	Site Oficial	Nota	Performance (%)	Estrutura (%)	LCP	tbt	cls
USP	https://www5.usp.br/	E	47%	70%	3.6s	25ms	0.35
UFRJ	https://ufrj.br/	B	87%	83%	1.5s	oms	0
Unicamp	https://www.unicamp.br/	E	54%	58%	9.6s	85MS	0.07
UFRGS	https://ufrgs.br/	D	59%	72%	4.4s	0MS	0.02
UFMG	https://www.ufmg.br/	D	63%	62%	4.1s	oms	0.11
Unesp	https://www.unesp.br/	D	67%	57%	4.3s	142ms	0,22
UFSC	https://www.ufsc.br/	D	66%	61%	4.3s	65ms	0,28
UFPR	https://www.ufpr.br/	E	51%	46%	5.1s	170ms	0,37
UnB	https://unb.br/	D	68%	62%	4.4s	75ms	0,26
UFPE	https://www.ufpe.br/	D	61%	59%	3.8s	133ms	0,23
UFBA	https://www.ufba.br/	A	95%	94%	1.3s	13ms	0,02
UERJ	https://www.uerj.br/	C	74%	67%	3.0s	74ms	0,2
UFF	https://www.uff.br/	E	55%	45%	4.7s	161ms	0,38

Fonte : O autor

Já a terceira planilha diz respeito à segurança (*figura 3*), com as colunas: *Nome da Universidade*, *Nota SSL Labs* e *Status Sucuri*. Assim como nas demais, a nota foi convertida para valor numérico e combinada com a detecção de vulnerabilidades para formar um índice representativo da segurança do portal. As três planilhas foram posteriormente integradas em um único documento consolidado, permitindo calcular uma média geral por universidade e identificar padrões de

desempenho entre os portais analisados (figura 4). Vale ressaltar que, a soma de acessibilidade descarta erros repetidos. Todas as planilhas estão disponíveis em anexo.

Figura 3 – Planilha Segurança

Universidade	Site Oficial	Nota SSL	Protocolo Suportados	Certificado Válido	Vulnerabilidades
					Site com erro 503 (Service Unavailable) Redirecionamentos excessivos em subdomínio /webmail/ TLS 1.3 não suportado OCSP Must Staple: não habilitado
USP	https://www5.usp.br/	A-	TLS 1.2	sim	Extended Validation: não habilitado
UFRJ	https://ufrj.br/	A+	TLS 1.3	SIM	Baixo risco (custom port em redirect)
Unicamp	https://www.unicamp.br/	A+	TLS 1.2 / 1.3	SIM	Nenhuma identificada
UFRGS	https://ufrgs.br/	F	NÃO identificado	NÃO identificado	Risco médio (falha na varredura)
UFMG	https://www.ufmg.br/	A+	TLS 1.3	SIM	Medium risk (PHP 7.1.26 desatualizado no servidor)
Unesp	https://www.unesp.br/	b	TLS 1.3	sim	Sem suporte a Forward Secrecy, cadeia de certificados com erro (anchor)

Fonte: o autor

Figura 4 – Planilha Dados Coletivos

Universidade	Total Erros Acessibilidade	Nota Usabilidade	Nota Segurança
USP	104	E	A-
UFRJ	44	B	A+
Unicamp	22	E	A+
UFRGS		D	F
UFMG	31	D	A+
Unesp	73	D	b
UFSC	77	D	a-
UFPR	55	E	b
UnB	45	D	A-
UFPE		D	ERRO
UFBA	66	A	A-
UERJ	86	C	b
UFF	33	E	a
Unifesp	33	D	A-

Fonte: o autor

Nos tópicos a seguir, os resultados obtidos serão apresentados e discutidos conforme as três dimensões principais avaliadas, permitindo uma visão crítica e fundamentada sobre o cenário atual dos websites universitários brasileiros no que tange à acessibilidade, usabilidade e segurança digital.

6.1 Análise da Acessibilidade

A avaliação da acessibilidade dos websites foi conduzida utilizando duas ferramentas amplamente reconhecidas: WAVE e AChecker. Cada uma delas possui características próprias de análise, o que permitiu uma abordagem complementar na identificação de barreiras de acesso digital nos portais das universidades. A ferramenta WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool) realiza uma análise automatizada diretamente na interface do site, sinalizando problemas visuais e estruturais com base nas diretrizes da WCAG 2.1. Os principais erros apontados incluem ausência de texto alternativo em imagens, rótulos de formulário não identificados e links vazios — elementos que prejudicam, sobretudo, o uso por pessoas com deficiência visual que dependem de leitores de tela.

Já a ferramenta AChecker (Accessibility Checker) baseia sua análise diretamente no código-fonte da página, identificando erros relacionados à marcação incorreta de elementos HTML, uso indevido de tags e ausência de atributos obrigatórios de acessibilidade.

6.1.1 Resultados com WAVE

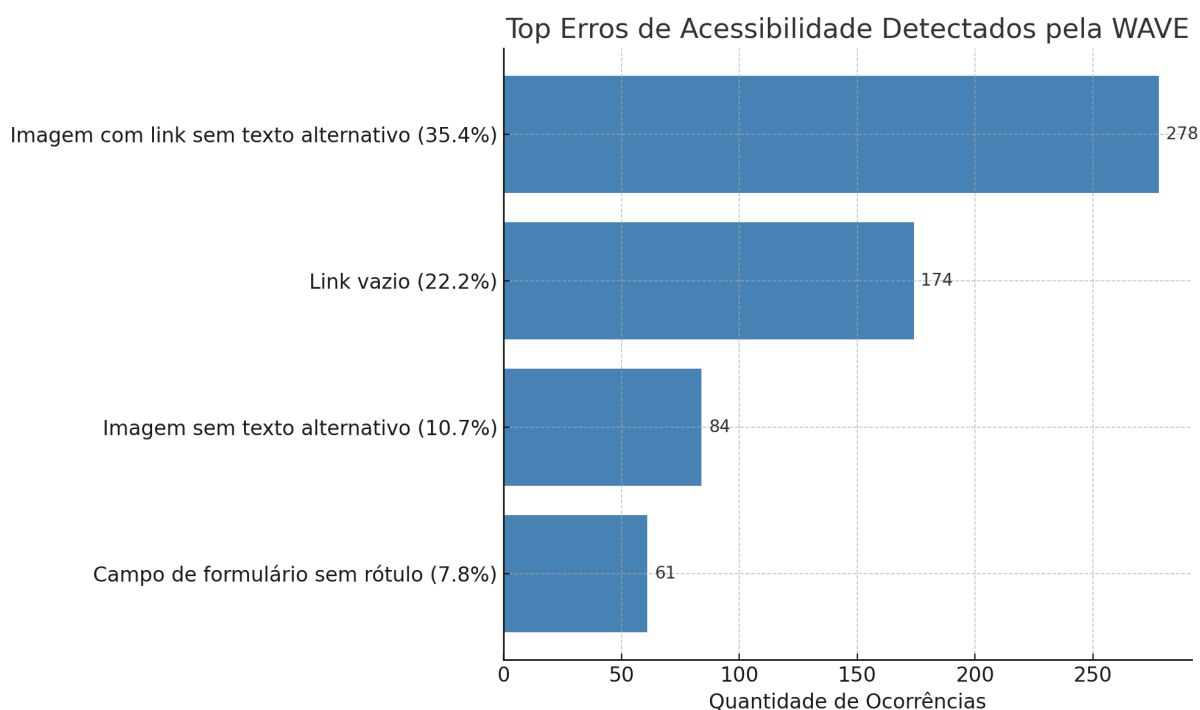
Ao longo da análise dos 65 portais universitários brasileiros, a WAVE identificou uma média de 14,8 erros por site, com destaque negativo para instituições como USP e UFSC, que ultrapassaram a marca dos 30 erros em uma única página inicial. O total de erros registrados chegou a 785 ocorrências, sendo os tipos mais frequentes os seguintes (figura 5):

- **Linked image missing alternative text: 278 ocorrências (35,4%)**
 - Imagens clicáveis que não possuem descrição textual. Isso impede que usuários com deficiência visual compreendam a função daquele elemento visual, como banners e botões gráficos.
- **Empty link: 174 ocorrências (22,2%)**
 - Links que não têm texto visível ou descrição acessível. Esses links “vazios” confundem usuários de leitores de tela, pois não indicam para onde levam.
- **Missing alternative text: 84 ocorrências (10,7%)**

- Imagens estáticas (não clicáveis) sem qualquer tipo de descrição textual. Isso compromete a compreensão de conteúdos visuais essenciais.
- Missing form label: 61 ocorrências (7,8%)
 - Campos de formulário sem rótulo identificável. Por exemplo, um campo de busca que não informa “Digite aqui sua pesquisa” ao leitor de tela, tornando a interação confusa ou até impossível.

Esses tipos de erro somam mais de **76%** de todos os problemas identificados pela WAVE, demonstrando que a maioria dos sites peca em aspectos básicos e recorrentes da acessibilidade digital. Além disso, os dados evidenciam um padrão estrutural: as falhas estão concentradas em elementos visuais mal descritos e na ausência de orientação textual para ações interativas, o que prejudica profundamente a experiência de navegação de usuários com deficiência visual ou cognitiva.

Figura 5 – Erros WAVE



Fonte: O Autor

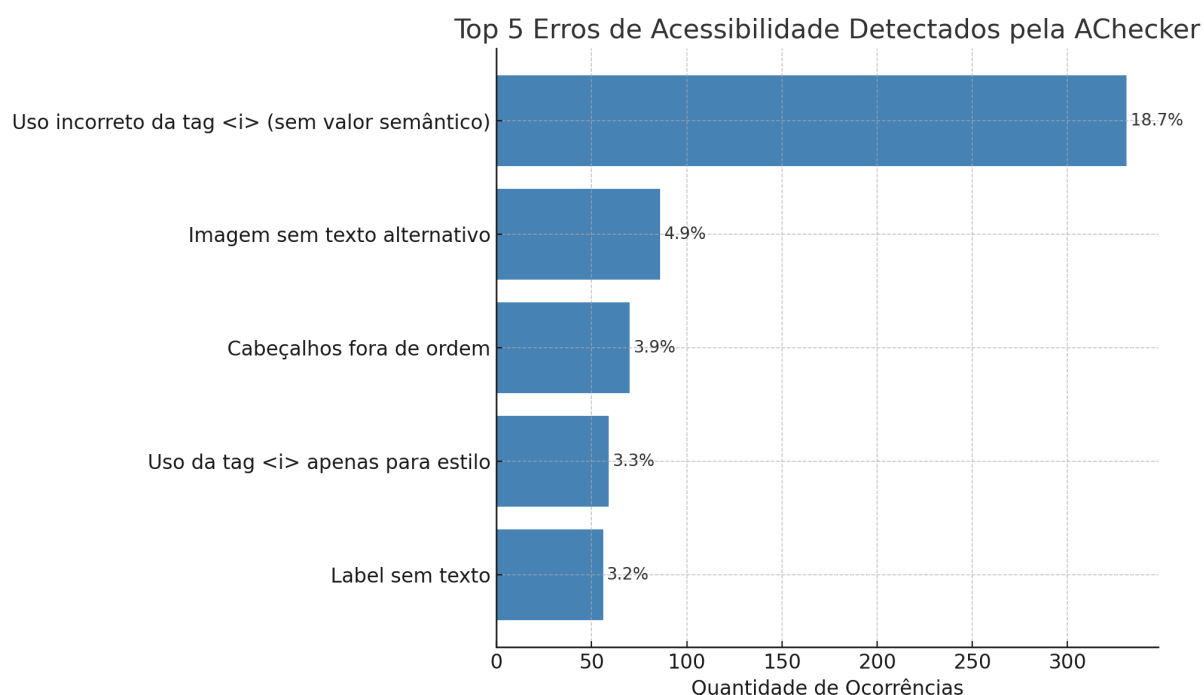
6.1.2 Análise com AChecker

Na análise dos portais universitários, a AChecker detectou uma média de 23,2 erros por site, totalizando 1.769 ocorrências em toda a amostra. Os cinco tipos de erros mais recorrentes foram, conforme demonstrado na Figura 6:

- Uso incorreto da tag <i> (deveria ser ou): 331 ocorrências (18,7%)
 - O elemento <i> é frequentemente usado para aplicar itálico por questões estéticas, mas não possui valor semântico. Isso significa que leitores de tela ignoram o contexto que esse destaque poderia representar, o que prejudica a interpretação do conteúdo. A recomendação é substituir por (ênfase) ou (destaque forte), que possuem valor semântico e são corretamente interpretados.
- Imagem sem texto alternativo (missing alternate text): 86 ocorrências (4,9%)
 - Assim como na ferramenta WAVE, este erro aponta imagens que não fornecem descrição textual equivalente. A ausência do atributo alt torna essas imagens invisíveis para usuários com deficiência visual.
- Cabeçalhos fora de ordem: 70 ocorrências (3,9%)
 - Refere-se ao uso incorreto da hierarquia de títulos, como pular de um <h1> para um <h4> sem seguir uma estrutura lógica. Isso dificulta a navegação e a compreensão da organização da página, especialmente para quem utiliza leitores de tela com navegação por estrutura.
- Uso incorreto da tag <i> para estilo: 59 ocorrências (3,3%)
 - Um erro complementar ao primeiro da lista, que reforça o uso inadequado de marcações visuais sem função semântica, violando boas práticas de acessibilidade.
- Label sem texto: 56 ocorrências (3,2%)
 - Campos de formulário com rótulos (<label>) presentes, mas sem conteúdo textual, o que impossibilita que a função daquele campo seja compreendida por usuários que não enxergam a interface.

A ferramenta AChecker apresentou uma sensibilidade maior para erros de marcação semântica e estruturais, apontando detalhes técnicos que muitas vezes passam despercebidos visualmente, mas impactam diretamente a usabilidade por tecnologias assistivas. A predominância de erros relacionados à estrutura do código mostra que muitos dos portais analisados ainda negligenciam a semântica HTML e a padronização na construção de páginas acessíveis.

Figura 6 – Erros AChecker



Fonte : O autor

6.1.3 Comparativo entre as ferramentas

A WAVE identificou, em média, 14,8 erros por portal, sendo que alguns sites ultrapassaram os 30 erros, com destaque negativo para a USP e a UFSC. O tipo de erro mais recorrente foi a imagem vinculada sem texto alternativo, seguido por formulários sem rótulo e links sem conteúdo textual visível.

A AChecker, por sua vez, apresentou uma média de **23,2** erros por portal, totalizando quantidades significativamente maiores em diversas universidades. Entre os erros mais frequentes estavam: uso incorreto da tag <i> para fins visuais, imagens usadas como links sem texto alternativo, e estruturação incorreta de cabeçalhos HTML.

A diferença entre os números totais identificados por cada ferramenta se explica pela forma como cada uma atua: enquanto a WAVE foca na apresentação visual e na interação do usuário com os elementos da interface, a AChecker examina o código em profundidade, o que permite capturar falhas menos perceptíveis, porém igualmente impactantes. Com base na frequência de ocorrência entre os 65 portais analisados, os cinco tipos de erro mais comuns foram:

- Imagem vinculada sem texto alternativo (WAVE): **33%** dos erros
- Formulário sem rótulo (WAVE): **16%** dos erros
- Uso indevido da tag <i> para estilo (AChecker): **28%** dos erros
- Links sem texto visível (WAVE): **14%** dos erros
- Cabeçalhos desorganizados ou fora de hierarquia (AChecker): **12%** dos erros

Essas falhas dificultam, por exemplo, a navegação por teclado, o uso de leitores de tela e a compreensão estrutural das páginas, comprometendo diretamente a experiência de usuários com deficiência visual, cognitiva ou motora.

6.1.4 Conclusão geral de acessibilidade

Os resultados obtidos com as ferramentas evidenciam um cenário de fragilidade quanto à acessibilidade nos portais institucionais das universidades analisadas. A média geral de erros por site foi de **14,8** na WAVE e **23,2** na AChecker, indicando a presença consistente de falhas estruturais e semânticas.

A WAVE, com foco na interface e interação visual, revelou como principal problema a ausência de texto alternativo em imagens vinculadas, seguida por links vazios e campos de formulário sem rótulo. Já a AChecker, com abordagem mais orientada ao código-fonte, identificou de forma recorrente o uso indevido da tag <i> sem valor semântico, estruturação incorreta de cabeçalhos e rótulos vazios em formulários. As universidades que mais concentraram erros de acessibilidade, considerando o total agregado das duas ferramentas, foram:

- USP, com 32 erros na WAVE e 52 na AChecker;
- UFSC, com 29 erros na WAVE e 46 na AChecker;
- UFRJ e UFMG, ambas com somatórios superiores a 60 erros combinados.

No caso da UNIPAMPA, a ferramenta WAVE identificou um total de 9 erros de acessibilidade. Entre os principais problemas, destacam-se a presença de botões vazios, campos de formulário sem rótulo e imagens sem descrição textual adequada. Esses erros, embora em número relativamente baixo quando comparados à média geral, ainda representam barreiras importantes para a navegação acessível. Já a ferramenta AChecker não identificou erros durante a análise automatizada, o que pode indicar limitações na detecção de certos padrões ou um código estruturalmente mais limpo, porém sem garantia de plena conformidade prática.

Contudo, os números indicam que, mesmo entre as instituições melhor colocadas em rankings acadêmicos, a acessibilidade digital ainda não é tratada com o rigor técnico necessário. Dessa forma, os dados obtidos reforçam a importância de aplicar boas práticas de acessibilidade desde as fases iniciais do desenvolvimento web, aliadas ao uso contínuo de ferramentas de validação automatizada e auditorias manuais para garantir conformidade com os padrões estabelecidos pelas diretrizes WCAG.

6.2 Análise Usabilidade

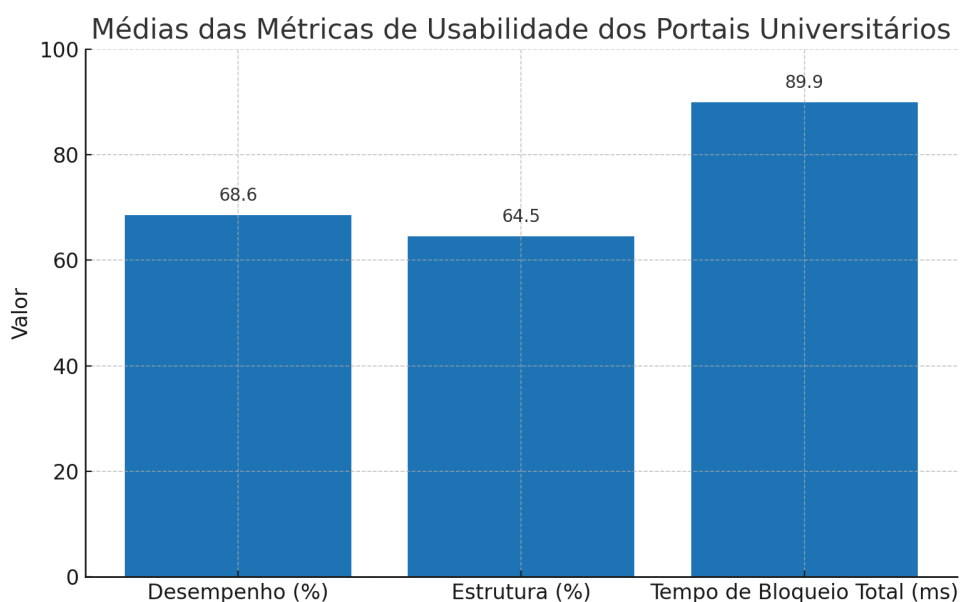
A avaliação da usabilidade dos portais universitários foi realizada utilizando métricas objetivas extraídas da ferramenta **GTMetrix**, com foco em três pilares essenciais: Desempenho, Estrutura e Tempo Total de Bloqueio (TBT – Total Blocking Time). Cada uma dessas dimensões representa aspectos críticos da experiência do usuário ao acessar uma página web, especialmente em contextos de conexão limitada ou uso por dispositivos móveis.

A métrica de Desempenho expressa o grau de otimização da página para carregamento rápido e responsivo, levando em conta fatores como tempo de resposta do servidor, renderização inicial e carregamento de recursos essenciais. Já o índice Estrutura avalia a conformidade do layout com boas práticas de desenvolvimento, considerando elementos como organização semântica, uso correto de containers e reaproveitamento eficiente de CSS e JavaScript. Por fim, o

TBT (Total Blocking Time), medido em milissegundos, indica o tempo total durante o qual o usuário não pode interagir com a página devido ao carregamento de scripts pesados ou renderizações bloqueantes.

A análise dos 65 portais revelou uma média de 68,6% em desempenho, 64,5% em estrutura, e um tempo médio de bloqueio de 89,9 ms. Esses resultados, conforme *figura 7*, demonstram que, embora boa parte das universidades tenha implementado práticas básicas de otimização, ainda há margem significativa para melhorias, especialmente na eliminação de scripts que retardam a interatividade da página.

Figura 7 – Média das Métricas de Usabilidade



Fonte : O autor

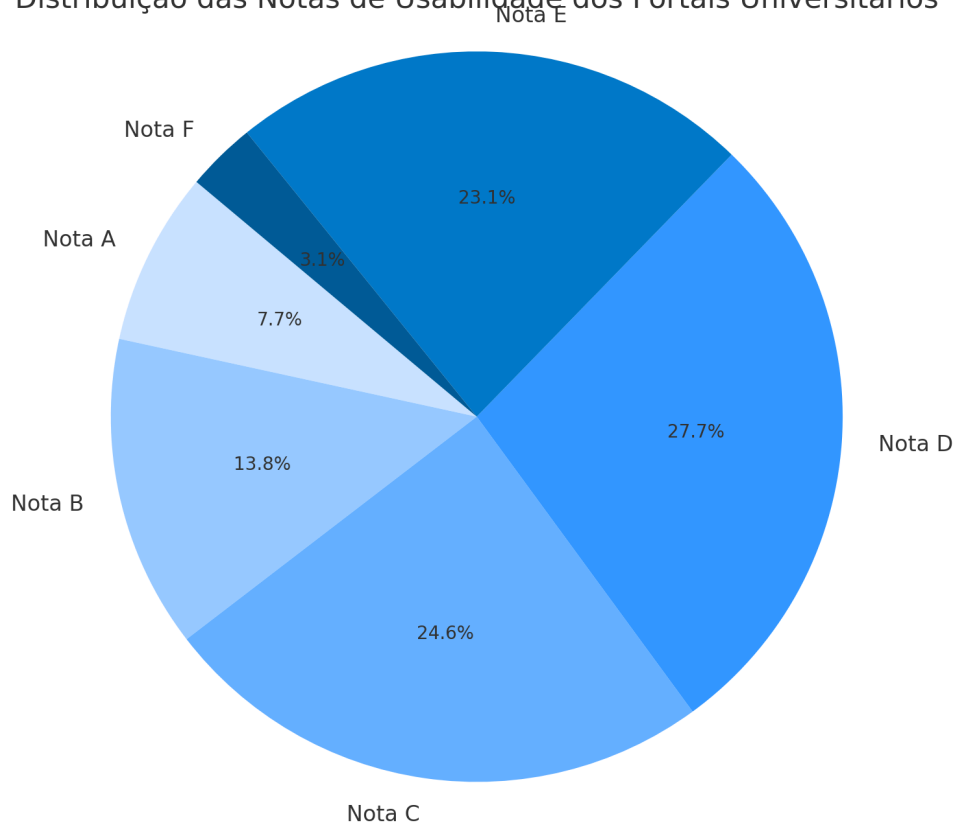
No que diz respeito à nota global atribuída com base no modelo GTMetrix (A a F), a distribuição foi a seguinte (*figura 8*):

- 5 universidades receberam nota A;
- 9 universidades ficaram com B;
- 16 com C;
- 18 com D;
- 15 com E;

- E apenas 2 universidades foram classificadas com F.

Figura 8 – Distribuição das Notas de Usabilidade

Distribuição das Notas de Usabilidade dos Portais Universitários



Fonte : O autor

Portais com melhor desempenho geral (nota A) apresentaram carregamento rápido, código limpo e estrutura visual bem organizada, como a Universidade de Caxias do Sul (**UCS**) e a Universidade Federal do ABC (**UFABC**). Em contrapartida, instituições com nota F, como a **UNIPAMPA** e a Universidade Federal do Maranhão (UEMA), apresentaram lentidão expressiva no carregamento, má organização estrutural e scripts bloqueadores excessivos.

Esses resultados refletem não apenas a qualidade técnica do desenvolvimento dos portais, mas também a preocupação (ou ausência dela) com a experiência final do usuário especialmente em contextos de acessibilidade digital e inclusão tecnológica. As métricas apontam que os portais das universidades negligenciam aspectos cruciais da navegação fluida e responsiva, o que pode afetar

diretamente a comunicação institucional e o acesso à informação por toda a comunidade acadêmica.

6.3 Análise Segurança

A análise da segurança dos portais institucionais foi realizada com base nas avaliações fornecidas por duas ferramentas amplamente utilizadas: SSL Labs e Sucuri SiteCheck. Essas ferramentas permitem detectar falhas estruturais no certificado SSL, vulnerabilidades conhecidas e problemas de implementação que comprometem a integridade, a confidencialidade e a confiabilidade das informações trafegadas entre usuário e servidor.

A ferramenta SSL Labs, atribui uma nota de segurança SSL para cada domínio, variando de A+ (máxima) a F (mínima), com base em critérios como força do certificado, suporte a protocolos modernos (TLS 1.2 ou superior), vulnerabilidades conhecidas e práticas de segurança recomendadas (como HSTS e Perfect Forward Secrecy).

Já a Sucuri atua como um scanner de segurança, analisando o domínio em busca de vulnerabilidades conhecidas, má configuração de firewall, presença de malwares, status de blacklist e cabeçalhos de segurança. Embora ambas as ferramentas tenham limitações inerentes à análise externa (sem acesso interno ao servidor), os resultados são altamente representativos da postura de segurança pública adotada pelas instituições.

6.3.1 Resultados obtidos

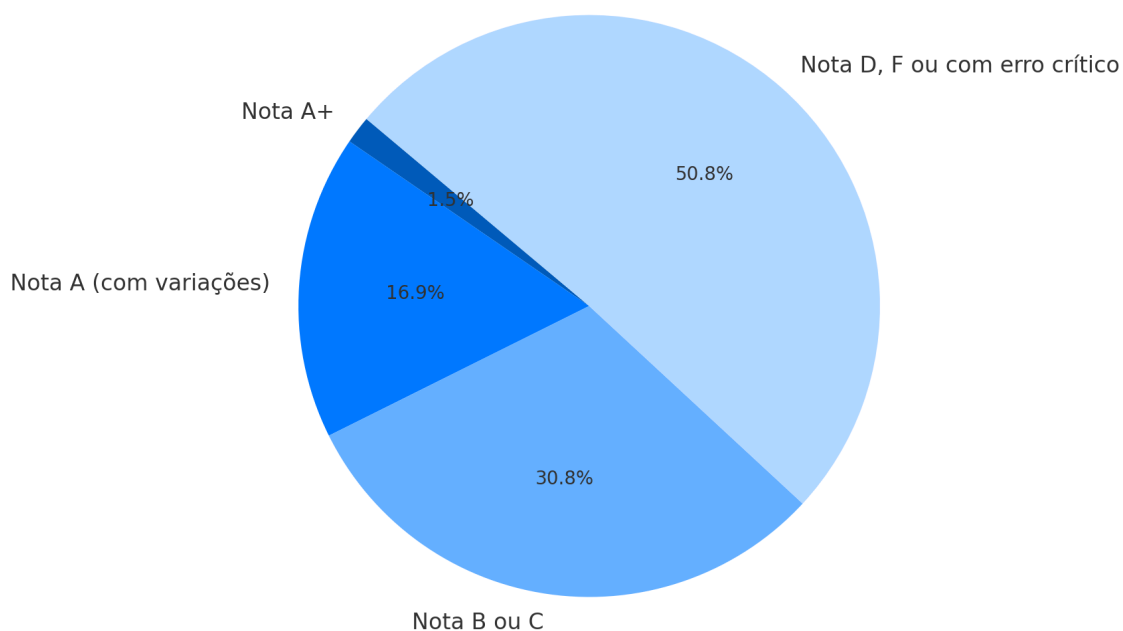
Dos 65 portais analisados conforme *figura 9*, apenas 1 universidade obteve nota A+, o que indica uma implementação exemplar de segurança SSL. Outras 11 conquistaram a nota A (com ou sem variações), enquanto 20 ficaram entre as notas B e C, demonstrando configurações parcialmente seguras, mas ainda passíveis de ajustes. Entretanto, mais de 30% dos portais receberam notas D, F ou apresentaram erros críticos, como ausência de certificado válido ou suporte a protocolos obsoletos.

Além disso, verificou-se que apenas 28 universidades tinham claramente um certificado SSL válido, com variações no tipo de chave (RSA 2048 ou 4096 bits). Em contrapartida, mais da metade dos portais apresentavam alguma vulnerabilidade

conhecida detectável externamente, como cabeçalhos ausentes, portas abertas sem proteção, ou protocolos desatualizados, o que representa um risco direto à privacidade e à proteção dos dados dos usuários.

Figura 9 – Distribuição das Notas de Segurança SSL

Distribuição das Notas de Segurança SSL entre os Portais Universitários



Fonte : O autor

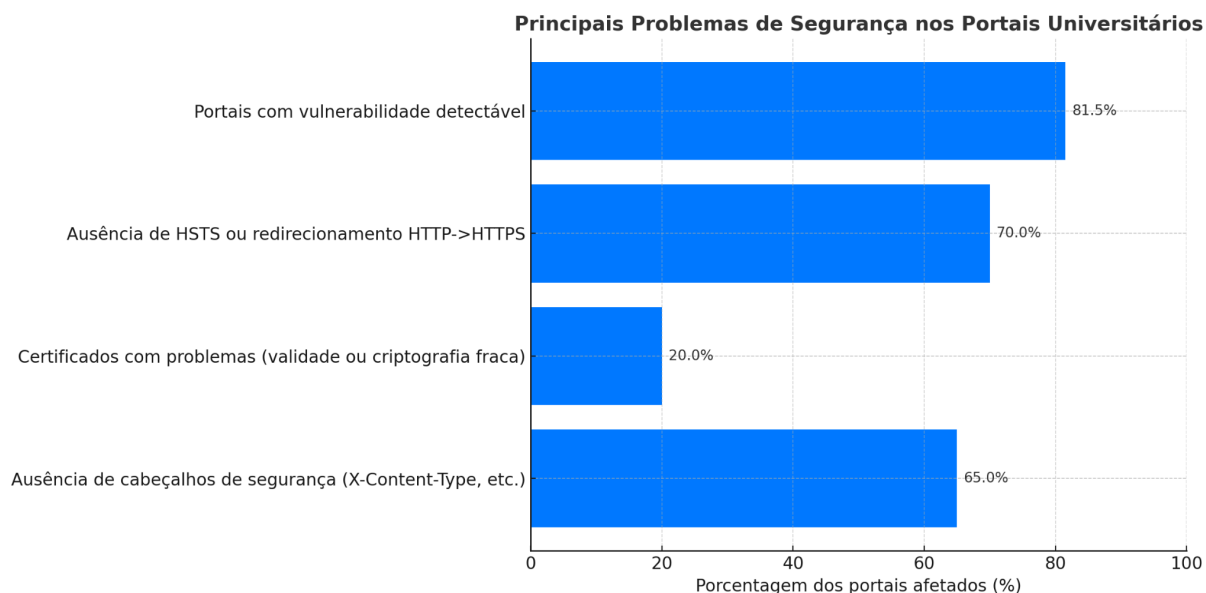
6.3.2 Principais falhas encontradas

Conforme *figura 10*, a análise dos dados revelou que:

- 53 dos 65 portais (**81,5%**) apresentaram ao menos uma vulnerabilidade detectável, conforme escaneamento pela Sucuri;
- Muitas universidades não implementam mecanismos essenciais como HSTS (HTTP Strict Transport Security) ou redirecionamento automático de HTTP para HTTPS, deixando o tráfego suscetível a ataques man-in-the-middle;
- Cerca de **20%** dos certificados analisados não informam claramente a validade ou eram baseados em criptografia considerada desatualizada;

- A ausência de cabeçalhos de segurança como X-Content-Type-Options, X-Frame-Options e Content-Security-Policy foi recorrente.

Figura 10 – Principais Problemas de Segurança nos Portais



Fonte : O autor

6.3.3 Conclusão técnica da análise de segurança

A análise demonstrou que, embora a maioria dos portais universitários brasileiros esteja operando sob HTTPS, a configuração de segurança SSL ainda é insuficiente em grande parte dos casos. A média geral de nota atribuída pelo SSL Labs entre os 65 portais avaliados situa-se entre B e C, indicando que, embora haja esforço na implementação básica de criptografia, faltam ajustes importantes para atingir padrões modernos de segurança.

As principais deficiências técnicas incluem:

- Ausência de HSTS (HTTP Strict Transport Security), o que compromete a resiliência a ataques de downgrade;
- Certificados mal configurados ou com algoritmos de criptografia defasados (ex: RSA 2048 sem suporte a PFS);

- Protocolos inseguros ainda habilitados, como TLS 1.0 e 1.1 em alguns casos;
- Cabeçalhos de segurança ausentes, que deveriam mitigar ataques como clickjacking, MIME sniffing e injeção de conteúdo.

Além disso, o scanner da Sucuri revelou que mais de 80% dos portais apresentavam algum tipo de vulnerabilidade visível externamente, como ausência de firewall, portas expostas, ou má configuração de DNS. Essa exposição amplia o vetor de risco e revela um padrão estrutural de negligência na camada de proteção mais básica das aplicações web.

Portais com notas D ou F, além de representarem um risco direto à confidencialidade e integridade das informações, também fragilizam a credibilidade institucional das universidades frente aos usuários. A baixa maturidade em segurança observada mesmo entre instituições de alto prestígio acadêmico reforça a urgência de auditorias técnicas regulares, padronização de configuração SSL e adoção de frameworks seguros durante o ciclo de desenvolvimento.

6.4 Avaliação Geral dos Portais

Os dados foram extraídos das três planilhas independentes (acessibilidade, usabilidade e segurança). Essas planilhas foram integradas em um único arquivo consolidado unificando os dados por universidade. A partir da média entre essas três dimensões, obteve-se um indicador geral de qualidade para cada portal, permitindo destacar os melhores e piores desempenhos.

Para viabilizar uma análise comparativa justa entre as instituições, foi necessário estabelecer uma **escala numérica padronizada de 1 a 7** para cada critério, permitindo consolidar os dados de naturezas diferentes em um único indicador médio de qualidade por portal, conforme abaixo:

- **Usabilidade (Com base nas notas do GTmetrix):**
 - A = 7
 - B = 6
 - C = 5

- D = 4
- E = 3
- F = 2
- N/A = 1

- **Segurança (Notas do SSL Labs):**

- A+ = 7
- A = 6
- B = 5
- C = 4
- D = 3
- F = 2
- Erro/Indefinido = 1

- **Acessibilidade**

Diferente dos anteriores, a acessibilidade não é avaliada por uma nota direta, mas sim por quantitativo de erros. Para isso, somou-se os erros detectados pelas ferramentas **WAVE** e **AChecker** para cada portal. Em seguida, esses totais foram classificados em faixas com base em percentis da distribuição, atribuindo a nota conforme abaixo (quanto menos erros, maior a pontuação):

- 0 a 15 erros → Nota 7
- 16 a 30 erros → Nota 6
- 31 a 45 erros → Nota 5
- 46 a 60 erros → Nota 4
- 61 a 75 erros → Nota 3
- 76 a 90 erros → Nota 2
- 91 ou mais erros → Nota 1

Essa faixa foi baseada na própria distribuição observada no conjunto dos 65 portais analisados. Após a padronização, foi calculada a média simples entre os três critérios para cada universidade:

$$\text{Média Geral} = (\text{Nota Acessibilidade} + \text{Nota Usabilidade} + \text{Nota Segurança}) / 3$$

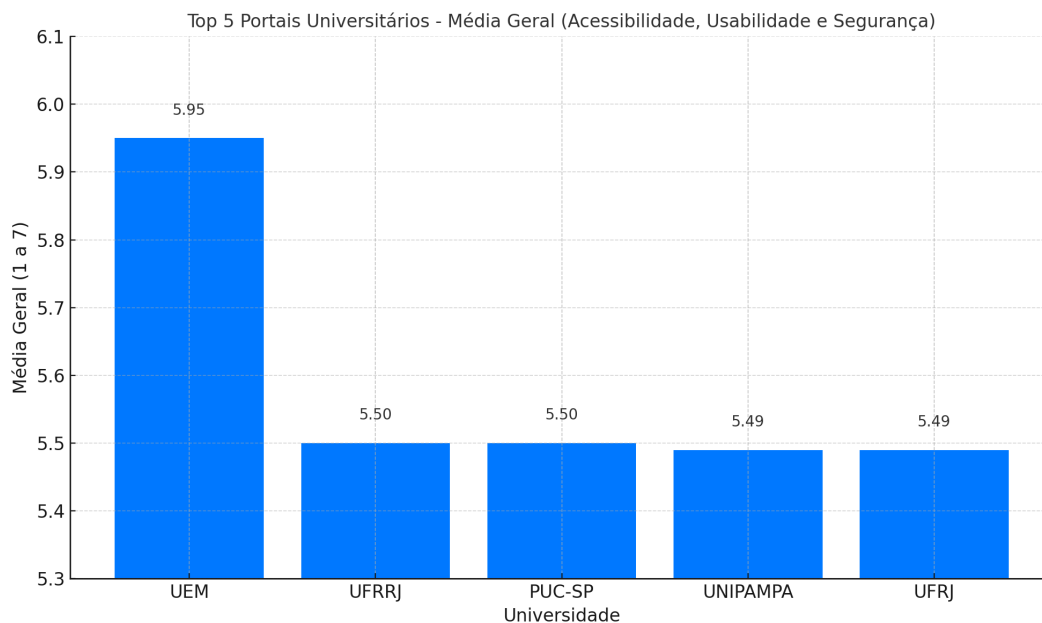
Esse valor representa um índice composto de qualidade dos portais, permitindo a identificação de padrões, destaques positivos e pontos críticos. A média foi utilizada para gerar rankings, como os Top 5 melhores portais gerais, melhores em acessibilidade, e os portais com maiores fragilidades, servindo de base para as análises qualitativas apresentadas na seção seguinte.

6.4.1 Avaliação Geral de Melhores Portais

As universidades com os melhores desempenhos gerais, conforme gráfico foram:

1. **UEM** – Com média 5,95, destaca-se por excelente usabilidade (nota A) e acessibilidade muito satisfatória (apenas 19 erros).
2. **UFRRJ** – Média 5,50, com segurança máxima (A+) e desempenho razoável em usabilidade.
3. **PUC-SP** – Também com média 5,50, foi o portal com **melhor acessibilidade (0 erros)**, compensando limitações na segurança.
4. **UNIPAMPA** – Média 5,49, mostra equilíbrio entre todas as áreas, com destaque para acessibilidade (9 erros).
5. **UFRJ** – Média 5,49, com excelente segurança (A+), acessibilidade intermediária e boa usabilidade.

Figura 11 –Média Geral dos portais



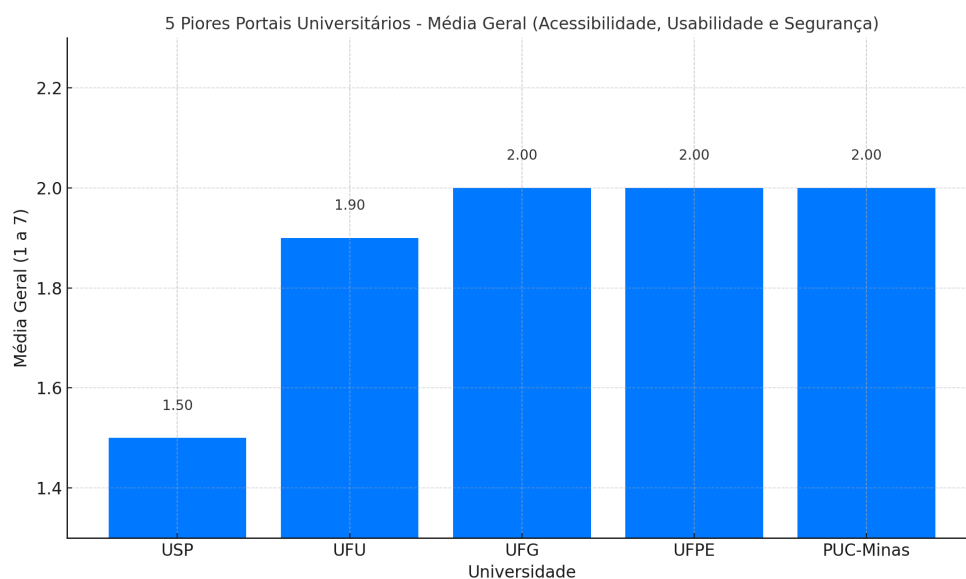
Fonte: O Autor

6.4.2 Avaliação Geral dos Piores Portais

Os portais com os piores resultados foram:

1. **USP** – Média 1,5, comprometida principalmente por usabilidade ruim (nota E), segurança indefinida e alta quantidade de erros de acessibilidade (104).
2. **UFU** – Média 1,9, desempenho fraco em usabilidade e acessibilidade (90 erros).
3. **UFG** – Média 2,0, igualmente com 104 erros e nota D em usabilidade.
4. **UFPE** – Média 2,0, teve falha grave de segurança (ERRO) e baixa usabilidade.
5. **PUC-Minas** – Média 2,0, teve nota E em usabilidade e acessibilidade ausente.

Figura 12 – Média Geral piores resultados



Fonte: O Autor

Esses casos revelam a necessidade de revisão estrutural e técnica de seus portais, com ações voltadas à correção de erros, revisão da arquitetura de navegação e implementação de protocolos de segurança.

7 DISCUSSÕES

Durante o processo de avaliação, um ponto crítico se evidenciou: a própria limitação das ferramentas disponíveis. Ferramentas amplamente utilizadas na comunidade acadêmica e técnica, como WAVE, AChecker, SSL Labs e Sucuri, demonstraram instabilidade, lentidão ou quedas recorrentes durante os testes. Além da limitação de escopo de algumas delas, houve momentos em que a indisponibilidade completa de um serviço atrasou significativamente o cronograma das análises. Isso revela não só uma deficiência estrutural desses recursos gratuitos, mas também a ausência de plataformas nacionais ou alternativas com maior estabilidade, especialmente voltadas para uso educacional.

Nesse sentido, é necessário avançar não apenas na cobrança por melhorias técnicas nos portais, mas também na criação de ambientes e ferramentas de apoio à auditoria digital, tanto no meio acadêmico quanto no setor público. A criação de

núcleos internos de acessibilidade e segurança digital, a capacitação constante das equipes de TI, e a inclusão de processos de validação automatizada e manual no ciclo de desenvolvimento são algumas das ações que poderiam ser adotadas com relativa viabilidade e alto impacto.

Por fim, cabe reconhecer que, apesar das dificuldades técnicas enfrentadas na coleta e análise dos dados, os resultados obtidos refletem com clareza um panorama ainda frágil, mas não irreversível. Com investimento estratégico, políticas claras e valorização do design inclusivo, as universidades têm plenas condições de liderar um novo modelo de excelência digital no setor público.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Trabalho de Conclusão de Curso apresentou uma proposta metodológica detalhada para avaliar a acessibilidade, usabilidade e segurança dos websites de universidades brasileiras, adaptando um estudo internacional como base. Nesta etapa inicial, o foco esteve na concepção da ideia, na estruturação do projeto e na definição das etapas metodológicas e ferramentas que foram empregadas na fase seguinte da pesquisa (TCC 2).

A relevância do tema está diretamente associada aos desafios enfrentados pelas instituições de ensino superior para garantir que seus portais digitais sejam acessíveis, eficientes e seguros. Esses aspectos são fundamentais não apenas para atender às necessidades de diferentes públicos, mas também para promover uma experiência digital inclusiva e confiável. Com base na metodologia proposta, utilizando ferramentas como WAVE, AChecker, GTmetrix, SSL Labs e Sucuri SiteCheck, este trabalho delineou uma abordagem prática para avaliar os websites selecionados com rigor técnico e aderência a padrões internacionais.

Os objetivos estabelecidos no TCC 1 foram alcançados com alguns ajustes, uma vez que a proposta foi estruturada de forma clara e fundamentada, abordando as dimensões de análise e os critérios necessários para a condução do estudo. Dessa forma, o TCC 2 buscou aplicar a metodologia aqui apresentada para avaliar os websites das universidades brasileiras com base nos critérios propostos. Os resultados esperados incluíram não apenas a identificação de problemas, mas

também a formulação de recomendações que possam contribuir para o aprimoramento dos portais institucionais.

A aplicação prática revelou dados expressivos: mais de **80%** das universidades apresentaram falhas de segurança detectáveis, a média de erros de acessibilidade por portal superou **20** ocorrências e a usabilidade ficou abaixo de padrões desejáveis em diversos aspectos de desempenho e estrutura. Mesmo instituições de maior renome acadêmico se mostraram vulneráveis a problemas básicos, que impactam diretamente a experiência do usuário, a proteção de dados e a inclusão digital.

Além das evidências técnicas, a condução do estudo demonstrou também os limites das próprias ferramentas utilizadas. Instabilidades, lentidão e imprecisões em serviços gratuitos como as ferramentas utilizadas mostraram que, embora essenciais, essas plataformas ainda carecem de evolução para uso acadêmico em larga escala. Isso também reforça a urgência de investimentos em tecnologias públicas, acessíveis e robustas para auditoria digital, especialmente em ambientes educacionais.

A conclusão que emerge deste trabalho é clara: a acessibilidade, a usabilidade e a segurança digital não podem mais ser tratadas como requisitos secundários. Em tempos de transformação digital acelerada, elas devem compor o núcleo das estratégias institucionais de comunicação, inclusão e integridade. A negligência nesses aspectos compromete não apenas a eficiência tecnológica, mas também o papel social das universidades como promotoras de igualdade e cidadania.

Por fim, espera-se que os resultados aqui apresentados sirvam de base para políticas institucionais de melhoria contínua das universidades analisadas, bem como para outras instituições, e que esta pesquisa inspire novos estudos voltados à construção de ambientes digitais verdadeiramente acessíveis, funcionais e seguros.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA-VARGAS, P.; LEMOS, G.; CASTRO, C.** Accessibility assessment of university websites: A systematic literature review. *Universal Access in the Information Society*, v. 17, n. 4, p. 801-817, 2018. DOI: 10.1007/s10209-018-0619-3. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10209-018-0619-3>. Acesso em: 20 set. 2024. Citada na página 20.
- BARREIROS, L.** Melhores práticas para a segurança do seu website. 2024. Disponível em: <https://ultahost.com/blog/pt/melhores-praticas-para-a-seguranca-do-seu-website/>. Acesso em: 15 set. 2024. Citada na página 12.
- CLARK, J. A.; WILLIAMS, K. M.; JONES, L. E.** Enhancing usability and accessibility in digital learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 2019. Citada na página 13.
- EDURANK.** Top Universities in Brazil. Disponível em: <https://edurank.org/>. Acesso em: 25 set. 2024. Citada na página 8.
- FERNANDES, C.; GONÇALVES, M.; ROCHA, A.** Web accessibility compliance in higher education institutions: Where do we stand? *International Journal of Human-Computer Studies*, v. 131, p. 102-115, 2019. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2019.05.004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1071581919300741>. Acesso em: 15 out. 2024. Citada na página 21.
- HECK, P.; SCHREURS, J.; VAN DEN BERG, M.** Combining usability and security in web-based systems: A higher education perspective. *Computers & Security*, v. 95, p. 101-110, 2020. DOI: 10.1016/j.cose.2020.101895. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167404820300535>. Acesso em: 12 out. 2024. Citada na página 24.
- ISMAIL, S.; KURNIAWAN, S.** Accessibility and usability evaluation of university websites: A comparative study of developed and developing countries. *Journal of Usability Studies*, v. 15, n. 2, p. 55-78, 2020. Disponível em: <https://uxpajournal.org/>. Acesso em: 10 nov. 2024. Citada na página 22.

LAUFER NIR, Z.; RIMMERMAN, A. Evaluation of web content accessibility in an Israeli institution of higher education. *Universal Access in the Information Society*, v. 17, n. 2, p. 479–488, 2018. DOI: 10.1007/s10209-018-0632-6. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10209-018-0632-6>. Acesso em: 22 out. 2024. Citada na página 15.

MACAKOĞLU, Ş. S.; PEKER, S.; MEDENI, İ. T. Accessibility, usability, and security evaluation of universities' prospective student web pages: a comparative study of Europe, North America, and Oceania. *Universal Access in the Information Society*, v. 22, n. 1, p. 57-72, 2023. DOI: 10.1007/s10209-022-00869-9. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10209-022-00869-9>. Acesso em: 10 set. 2024. Citada na página 17.

MÁÑEZ-CARVAJAL, C.; CERVERA-MÉRIDA, J. F.; FERNÁNDEZ-PIQUERAS, R. Web accessibility evaluation of top-ranking university websites in Spain, Chile, and Mexico. *Universal Access in the Information Society*, v. 18, n. 3, p. 497-512, 2019. DOI: 10.1007/s10209-019-00702-w. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10209-019-00702-w>. Acesso em: 18 nov. 2024. Citada na página 19.

NIELSEN, J. Usability engineering. Boston: Academic Press, 1993. Citada na página 10.

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. Engenharia de Software: uma abordagem profissional. 9. ed. McGraw-Hill, 2020. Citada na página 11.

SILVA, L. S.; MORAES, M. H. M.; MIRANDA, A. C. D.; GIBBON, C. A. Análise da conformidade com acessibilidade digital: um estudo no contexto das universidades federais brasileiras. *Anais do Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico (WCGE)*, 2024. DOI: 10.5753/wcge.2023.29533. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wcge/article/view/29533>. Acesso em: 5 out. 2024. Citada na página 18.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software. 9. ed. Pearson, 2011. Citada na página 14.

W3C. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. 2018. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. Acesso em: 28 set. 2024. Citada na página 9.

WAVE. Web accessibility evaluation tool. Disponível em: <https://wave.webaim.org/>. Acesso em: 12 nov. 2024. Citada na página 16.

ZAPHIRIS, P.; KOUTSABASIS, P. Web Accessibility: Principles, Models, and Practices. *International Journal of Web Information Systems*, v. 14, n. 3, p. 300-315, 2020. DOI: 10.1108/IJWIS-05-2020-0032. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJWIS-05-2020-0032/full/html>. Acesso em: 18 nov. 2024. Citada na página 23.

ISO/IEC. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Guide to SQuaRE. ISO/IEC 25010:2011. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/35733.html>. Acesso em: 11 nov. 2024. Citada na página 7.

ANEXOS

Repositório com Dados Coletados: <https://github.com/siqueiradeb/coletaDadosTCC>