



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA
CURSO BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM TECNOLOGIA DA
INFORMAÇÃO

ARMANDO EDUARDO SOARES DOS SANTOS

**ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE DIGITAL EM PLATAFORMAS EDUCACIONAIS
POR MEIO DE FERRAMENTAS AUTOMATIZADAS**

PAU DOS FERROS - RN

2026

ARMANDO EDUARDO SOARES DOS SANTOS

**ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE DIGITAL EM PLATAFORMAS EDUCACIONAIS
POR MEIO DE FERRAMENTAS AUTOMATIZADAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Tecnologia da Informação.

Orientador: Reudismam Rolim de Sousa,
Prof. Dr.

PAU DOS FERROS - RN

2026

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S237a Santos, Armando Eduardo Soares dos.
Acessibilidade digital em plataformas
educacionais por meio de ferramentas
automatizadas / Armando Eduardo Soares dos
Santos. - 2026.
50 f. : il.

Orientador: Reudismam Rolim de Sousa.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Tecnologia da
Informação, 2026.

1. Acessibilidade digital. 2. Acessibilidade
web. 3. Sites educacionais. 4. Inclusão digital.
I. Sousa, Reudismam Rolim de, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ARMANDO EDUARDO SOARES DOS SANTOS

**ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE DIGITAL EM PLATAFORMAS EDUCACIONAIS
POR MEIO DE FERRAMENTAS AUTOMATIZADAS**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel
Interdisciplinar em Tecnologia da Informação.

Defendida em: **19/06/2026**.

BANCA EXAMINADORA

Reudismam Rolim de Sousa, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

José Ferdinandy Silva Chagas, Prof. Me. (UFERSA)
Membro Examinador

Maria Clara de Medeiros Meira, Bel.
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, e especialmente à Fernanda Rocha, que me apoiou por todos esses anos, e por esse apoio estou aqui! (*Presentes*).

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais, Sandra e Gardênio. Sem o apoio de vocês, eu não teria chegado tão longe. Minha família foi essencial para o meu progresso até aqui. Agradeço também à pessoa que me fez aproveitar todo esse processo de graduação, Fernanda Rocha, o seu apoio me trouxe esperança em momentos difíceis, sou grato aos amigos que fiz no meu processo de graduação, são pessoas que levarei para vida. Por fim, agradeço ao meu orientador, Dr. Reudismam Rolim, que teve confiança no meu trabalho e me deu a oportunidade de ser seu orientando.

RESUMO

A acessibilidade digital é um fator essencial para garantir que todas as pessoas, independentemente de suas limitações físicas, sensoriais ou cognitivas, possam acessar e utilizar conteúdos disponíveis na web. No contexto educacional, a acessibilidade torna-se ainda mais relevante, uma vez que as plataformas digitais e portais educacionais são amplamente utilizados para apoiar o processo de ensino e aprendizagem. Embora a acessibilidade digital seja amplamente reconhecida como um requisito fundamental para a inclusão, estudos recentes demonstram que diversos ambientes educacionais ainda apresentam problemas que podem dificultar a navegação de usuários que dependem de tecnologias assistivas. Entre esses problemas destacam-se erros de contraste, links vazios, referências ARIA inadequadas e textos alternativos inconsistentes. Dessa forma, surge a necessidade de avaliar o nível de acessibilidade desses ambientes, identificando possíveis barreiras e oportunidades de melhoria. Este trabalho teve como objetivo analisar o nível de acessibilidade de sites educacionais por meio da ferramenta WAVE (*Web Accessibility Evaluation Tool*), identificando problemas e barreiras que possam comprometer a experiência de usuários que dependem de tecnologias assistivas. A pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa e quantitativa. Foram selecionados para análise os sites Khan Academy, Coursera, Moodle e o Portal do Ministério da Educação do Brasil. A coleta de dados foi realizada por meio da ferramenta WAVE, que permitiu identificar erros, alertas, problemas de contraste e elementos estruturais relacionados à acessibilidade. Foram identificados problemas recorrentes, como *links* vazios, referências ARIA quebradas, textos alternativos inadequados, erros de contraste e elementos que podem dificultar a navegação por leitores de tela. Conclui-se que, embora os ambientes educacionais analisados apresentem iniciativas voltadas à acessibilidade, ainda existem barreiras que podem comprometer a inclusão digital de pessoas com deficiência. Dessa forma, destaca-se a importância da adoção contínua das diretrizes de acessibilidade web e da realização periódica de avaliações para promover experiências digitais mais inclusivas.

Palavras-chave: acessibilidade digital; acessibilidade web; sitios educacionais; inclusão digital.

ABSTRACT

Digital accessibility is an essential factor in ensuring that all individuals, regardless of their physical, sensory, or cognitive limitations, can access and use web content. In the educational context, accessibility becomes even more relevant, as digital platforms and educational portals are widely used to support teaching and learning processes. Although digital accessibility is widely recognized as a fundamental requirement for inclusion, recent studies have shown that many educational digital environments still present issues that may hinder the navigation of users who rely on assistive technologies. Among these issues are inadequate color contrast, empty links, improper ARIA references, and inconsistent alternative text. Therefore, there is a need to assess the accessibility level of these environments in order to identify potential barriers and opportunities for improvement. This study aimed to analyze the accessibility level of educational websites using the WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool), identifying issues and barriers that may affect the experience of users who rely on assistive technologies. The research is characterized as exploratory and descriptive, adopting both qualitative and quantitative approaches. The websites selected for analysis were Khan Academy, Coursera, Moodle, and the Brazilian Ministry of Education Portal. Data collection was conducted through the WAVE tool, which enabled the identification of errors, alerts, contrast issues, and structural elements related to accessibility. Recurring issues were identified, including empty links, broken ARIA references, inadequate alternative texts, contrast errors, and elements that may hinder navigation for screen reader users. It is concluded that, although the analyzed educational environments demonstrate efforts toward accessibility, barriers still exist that may compromise the digital inclusion of people with disabilities. Therefore, the continuous adoption of web accessibility guidelines and periodic accessibility evaluations is essential to promote more inclusive digital experiences.

Keywords: digital accessibility; web accessibility; educational websites. digital inclusion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resultados do site Khan Academy utilizando a ferramenta WAVE.....	30
Figura 2 - Mensagem de erro da ferramenta WAVE	31
Figura 3 - Alertas do Site Khan Academy	32
Figura 4 - Representação do Noscript element no Site Khan Academy	32
Figura 5 - Resultados do Site Coursera Utilizando a Ferramenta WAVE.....	33
Figura 6 - Erros de Contraste do Site Coursera.....	34
Figura 7 - Resultado dos Alertas do Site Coursera	35
Figura 8 - Alerta de texto alternativo longo	36
Figura 9 - Resultados de links redundantes.....	36
Figura 10 - Resultado de link para PDF	37
Figura 11 - Resultado de texto de título redundante	37
Figura 12 - Resultados do site Moodle utilizando a ferramenta WAVE	38
Figura 13 - Erro empty button.....	38
Figura 14 - Erros de contraste encontrados com a ferramenta WAVE.....	39
Figura 15 - Resultado do alerta do tipo Long Text Alternative do site Moodle	39
Figura 16 - Resultado do alerta do tipo Missing Fieldset	40
Figura 17 - Resultados do alerta do tipo Redundant Link	40
Figura 18 - Resultado do alerta do tipo Noscript	41
Figura 19 - Resultado do alerta do tipo Very Small Text.....	41
Figura 20 - Resultado do alerta do tipo Redundant Title Text.....	42
Figura 21 - Site do Ministério da Educação do Brasil	42
Figura 22 - Resultado de erros do tipo Empty Link.....	43
Figura 23 - Resultado do erro crítico Broken ARIA Reference.....	44
Figura 24 - Resultado do alerta do tipo Suspicious Alternative Text	45
Figura 25 - Resultado do alerta do tipo A Nearby Image Has the Same Alternative Text.....	45
Figura 26 - Resultados do alerta do tipo Accesskey	46
Figura 27 - Resultado do alerta do tipo Very Small Text.....	46
Figura 28 - Resultado do alerta do tipo YouTube Vídeo	47
Figura 29 - Resultado do alerta do tipo Redundant Link	47
Figura 30 - Resultado do alerta do tipo Link to PDF Document	48
Figura 31 - Resultado do alerta do tipo Noscript Element.....	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Análise comparativa dos trabalhos relacionados	22
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIM	<i>Accessibility Impact Metric</i>
ARIA	<i>Accessible Rich Internet Applications</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
POUR	<i>Perceivable, Operable, Understandable, and Robust</i>
WEB	<i>World Wide Web</i>
WCAG	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WAVE	<i>Web Accessibility Evaluation Tool</i>
WebAIM	<i>Web Accessibility In Mind</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivo geral.....	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
1.2 Justificativa.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 Acessibilidade Digital	16
2.2 Usabilidade na Web	16
2.3 Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG)	17
2.4 Ferramentas de Avaliação de Acessibilidade	18
2.5 A Ferramenta WAVE.....	19
2.6 A Importância da Avaliação de Acessibilidade em Ambientes Educacionais Digitais	20
2.7 Ambientes Educacionais Digitais.....	20
3 TRABALHOS RELACIONADOS	22
4 METODOLOGIA	24
4.1 Tipo de Pesquisa	24
4.2 Procedimentos Metodológicos	24
4.3 Objeto de Estudo	25
4.4 Instrumento de Coleta de Dados	25
4.5 Elementos da Ferramenta WAVE.....	26
4.5.1 Erros	26
4.5.2 Erros de Contraste	26
4.5.3 Alertas	27
4.5.4 Características (Features)	27
4.5.5 Estrutura (Structure).....	28
4.5.6 ARIA	28
4.6 Técnica de Análise de Dados	29
4.7 Critérios de Avaliação.....	29
5 RESULTADOS.....	30
5.1 Khan Academy	30
5.1.1 Erros do Site Khan Academy	30
5.1.2 Erros de Contraste do Site Khan Academy	31
5.1.3 Alertas do Site Khan Academy	31
5.2 Coursera.....	33
5.2.1 Erros do Site Coursera	33
5.2.2 Erros de Contraste do Site Coursera	33

5.2.3 Alertas do Site Coursera.....	34
5.3 Moodle.....	37
5.3.1 Erros do Site Moodle	37
5.3.2 Erros de Contraste do Site Moodle	38
5.3.3 Alertas do Site Moodle.....	38
5.4 Ministério da Educação do Brasil.....	41
5.4.1 Erros do site do Ministério da Educação.....	42
5.4.2 Erros de Contraste do Site do Ministério da Educação.....	43
5.4.3 Alertas do Site do Ministério da Educação	43
5.5 Discussão dos Resultados.....	47
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
6.1 Trabalhos Futuros.....	49
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A acessibilidade digital é um princípio fundamental para a construção de uma sociedade inclusiva, garantindo que pessoas com deficiência possam perceber, compreender, navegar e interagir com a web de forma igualitária (Souza, 2023). No contexto educacional, essa premissa torna-se ainda mais crítica, uma vez que o acesso à informação e ao conhecimento é a base para o desenvolvimento pessoal e profissional (Lisboa, 2021). A web, em sua essência, foi concebida como um espaço universal, porém, barreiras digitais ainda persistem, impedindo que milhões de usuários com deficiência visual, auditiva, motora ou cognitiva exerçam plenamente seu direito à educação (Souza, 2023).

A crescente digitalização do ensino, acelerada por eventos recentes como a pandemia de COVID-19, consolidou os ambientes online como espaços primários de aprendizado. Instituições de ensino, portais educacionais e repositórios de conteúdo passaram a ser a principal fonte de informação para alunos de todos os níveis (Oliveira Neta, 2020). No entanto, a simples disponibilização de conteúdo online não garante a sua acessibilidade (Tomaz, 2022). Frequentemente, esses ambientes são desenvolvidos sem a devida observância das diretrizes internacionais, como as *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), criando obstáculos para estudantes com deficiência (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM - W3C, 2023).

Nesse cenário, ferramentas de avaliação de acessibilidade surgem como aliadas indispensáveis. O WAVE (*Web Accessibility Evaluation Tool*), desenvolvido pelo WebAIM (2026), é uma ferramenta automatizada que identifica barreiras de acessibilidade diretamente no navegador, apontando erros de contraste, ausência de textos alternativos em imagens e problemas de estruturação de código.

Diante da importância da temática e da disponibilidade de ferramentas oficiais de avaliação, este trabalho tem como objetivo propor uma análise da acessibilidade de ambientes educacionais digitais, utilizando o WAVE como instrumento de coleta e análise de dados, a fim de verificar a conformidade desses portais com os princípios de inclusão digital.

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) estabelece que é dever do Estado, da família e da sociedade assegurar à pessoa com deficiência, com prioridade, a acessibilidade em todas as esferas, incluindo a digital. No âmbito educacional, isso implica que plataformas de ensino, sites institucionais e demais recursos online devem ser plenamente acessíveis. No entanto, observa-se uma desconexão entre o que a legislação preconiza e a realidade prática.

Com o avanço das tecnologias digitais, o uso de plataformas educacionais *online* tornou-se cada vez mais comum em instituições de ensino e em ambientes de aprendizagem virtual (Bezerra *et al.*, 2024). Contudo, apesar do crescimento dessas plataformas, nem sempre os sites são desenvolvidos considerando as diretrizes de acessibilidade digital (Gessi *et al.*, 2025).

A ausência de recursos acessíveis pode dificultar ou até impedir que pessoas com deficiência consigam acessar conteúdos educacionais disponíveis na internet. Problemas como falta de textos alternativos em imagens, contraste inadequado de cores, estrutura inadequada de navegação e ausência de recursos para usuários surdos podem comprometer a experiência de uso dessas plataformas (Araújo, 2025). Nesse contexto, surge a seguinte questão de pesquisa: *Qual o nível de conformidade dos ambientes educacionais analisados em relação aos critérios de acessibilidade digital estabelecidos pelas WCAG?*

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo principal do trabalho é avaliar o nível de acessibilidade de ambientes educacionais por meio da aplicação da ferramenta WAVE, identificando as principais barreiras e os pontos de conformidade com as diretrizes de acessibilidade digital WCAG.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar conceitos e diretrizes relacionados à acessibilidade digital na web.
- Apresentar ferramentas utilizadas para avaliação de acessibilidade em ambientes educacionais digitais.
- Aplicar ferramentas de avaliação de acessibilidade nos ambientes educacionais digitais.
- Identificar possíveis problemas de acessibilidade encontrados.
- Discutir possíveis melhorias que possam contribuir para tornar os ambientes educacionais digitais mais acessíveis.

1.2 Justificativa

A acessibilidade digital é um aspecto fundamental para garantir que todas as pessoas possam acessar conteúdos disponíveis na internet de maneira igualitária. No contexto educacional, essa questão torna-se ainda mais importante, uma vez que o acesso ao conhecimento deve ser inclusivo e acessível a todos os estudantes (Santos *et al.*, 2024).

Com o crescimento do uso de plataformas digitais no ensino, torna-se necessário avaliar se esses ambientes estão preparados para atender usuários com diferentes necessidades. A ausência de recursos de acessibilidade pode excluir estudantes com deficiência do processo de aprendizagem, comprometendo a inclusão educacional (Nicoli *et al.*, 2025).

Dessa forma, a realização deste estudo justifica-se pela necessidade de analisar o nível de acessibilidade presente em ambientes educacionais digitais, identificando possíveis barreiras que dificultam o acesso de usuários com deficiência. Além disso, o trabalho contribui para ampliar a discussão sobre acessibilidade digital e incentivar a adoção de boas práticas no desenvolvimento de sistemas web educacionais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta a base teórica da pesquisa, bem como as contextualizações e os elementos utilizados para fundamentar este estudo, abrangendo os conceitos de acessibilidade digital, usabilidade na web, diretrizes internacionais de acessibilidade e ferramentas de avaliação automatizada.

2.1 Acessibilidade Digital

A acessibilidade digital refere-se à criação de conteúdos e interfaces que possam ser utilizados por todas as pessoas, independentemente de suas limitações físicas, sensoriais ou cognitivas (Santos; Chalhub; Berrío-Zapata, 2021). Segundo o World Wide Web Consortium (2023), a acessibilidade web busca garantir que usuários com deficiência possam perceber, compreender, navegar e interagir com os conteúdos disponíveis na internet, eliminando barreiras que possam dificultar ou impedir o acesso à informação.

No contexto educacional, essa premissa torna-se ainda mais crítica, uma vez que o acesso à informação e ao conhecimento é a base para o desenvolvimento pessoal e profissional. Lisboa, Barroso e Rocha (2020) destacam que a acessibilidade não deve ser vista como um recurso técnico adicionado posteriormente, mas sim como um princípio pedagógico que antecede a concepção do material didático. Quando incorporada desde o início do desenvolvimento de um site educacional, a acessibilidade reduz custos com adaptações futuras e garante uma experiência mais fluida para todos os usuários, com ou sem deficiência (VIRTUAL VISION, 2024).

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) estabelece que é dever do Estado, da família e da sociedade assegurar à pessoa com deficiência, com prioridade, a acessibilidade em todas as esferas, incluindo a digital. No âmbito educacional, isso implica que plataformas de ensino, sites institucionais e demais recursos online devem ser plenamente acessíveis. No entanto, observa-se uma desconexão entre o que a legislação preconiza e a realidade prática (Gessi *et al.*, 2025).

2.2 Usabilidade na Web

Além das diretrizes de acessibilidade, o conceito de usabilidade também é essencial no desenvolvimento de sistemas web. De acordo com Nielsen (1993), a usabilidade refere-se à facilidade com que os usuários conseguem utilizar um sistema para atingir seus objetivos de forma eficiente e satisfatória. O autor estabelece cinco atributos fundamentais para avaliar a usabilidade de uma interface: aprendibilidade (facilidade de aprender a usar), eficiência (rapidez na realização das tarefas), memorabilidade (facilidade de lembrar como usar após

um período sem contato), erros (baixa taxa de erros e facilidade de recuperação) e satisfação (experiência agradável de uso).

A usabilidade e a acessibilidade, embora conceitos distintos, estão intrinsecamente relacionadas. Um site pode ser considerado usável para a maioria dos usuários, mas ainda assim apresentar barreiras para pessoas com deficiência. Por outro lado, quando a acessibilidade é incorporada ao *design*, os benefícios se estendem a todos os usuários, melhorando a experiência geral de navegação (Corrêa; Ribeiro, 2016).

2.3 Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG)

Para orientar o desenvolvimento de sites acessíveis, foram criadas as *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), desenvolvidas pelo World Wide Web Consortium (W3C), que apresentam um conjunto de recomendações internacionais voltadas para a criação de conteúdos web acessíveis. Essas diretrizes são organizadas em torno de quatro princípios fundamentais, conhecidos pela sigla POUR (W3C, 2023):

- **Perceptível:** A informação e os componentes da interface devem ser apresentados de modo que os usuários possam percebê-los. Isso inclui fornecer alternativas textuais para conteúdo não textual (como imagens e vídeos), criar conteúdo que possa ser apresentado de diferentes maneiras sem perder informação e facilitar a visualização e audição do conteúdo pelos usuários. Exemplos práticos incluem a utilização de texto alternativo (alt) em imagens e a garantia de contraste suficiente entre cores de texto e fundo.
- **Operável:** Os componentes da interface e a navegação devem ser operáveis. Isso significa que toda a funcionalidade deve estar disponível via teclado, os usuários devem ter tempo suficiente para ler e usar o conteúdo, e o *design* não deve causar convulsões ou reações físicas. Exemplos incluem garantir que *links* e botões sejam acessíveis por navegação por tabulação e evitar conteúdos que piscam rapidamente.
- **Compreensível:** A informação e a operação da interface devem ser compreensíveis. O conteúdo de texto deve ser legível e compreensível, as páginas *web* devem aparecer e operar de maneiras previsíveis, e os usuários devem ser ajudados a evitar e corrigir erros. Exemplos incluem o uso de linguagem clara e a identificação consistente de elementos de navegação.
- **Robusto:** O conteúdo deve ser robusto o suficiente para ser interpretado de forma confiável por uma ampla variedade de agentes de usuário, incluindo tecnologias assistivas. Isso implica maximizar a compatibilidade com ferramentas de usuário

atuais e futuras, como leitores de tela e navegadores alternativos. Exemplos incluem a correta utilização de marcadores HTML semânticos e a definição do idioma da página.

Cada princípio é acompanhado por diretrizes específicas e critérios de sucesso que podem ser testados, permitindo uma avaliação objetiva da acessibilidade de um site. As WCAG são organizadas em três níveis de conformidade: **A** (mínimo), **AA** (recomendado) e **AAA** (mais rigoroso). A maioria das legislações e políticas públicas adota o nível AA como referência para acessibilidade digital (Araújo, 2025).

2.4 Ferramentas de Avaliação de Acessibilidade

Para auxiliar na identificação de problemas de acessibilidade, existem ferramentas automatizadas capazes de analisar páginas *web* e apontar possíveis falhas relacionadas às diretrizes WCAG. Essas ferramentas atuam como avaliadores instantâneos, permitindo que desenvolvedores, *designers* e pesquisadores identifiquem barreiras de forma rápida e sistemática (Silva e Neubert, 2024).

As ferramentas de avaliação de acessibilidade podem ser classificadas em três categorias principais (Santos; Chalhoub; Berrío-Zapata, 2021):

- **Ferramentas automatizadas:** Realizam análises automáticas baseadas em regras pré-definidas, identificando violações diretas das WCAG. São úteis para diagnósticos iniciais e para identificar problemas de fácil detecção, como ausência de texto alternativo e contraste de cores insuficiente.
- **Ferramentas manuais ou de auxílio à inspeção:** Fornecem recursos para que avaliadores humanos realizem inspeções mais aprofundadas, como extensões que permitem simular a navegação por leitores de tela ou verificar a estrutura semântica da página.
- **Avaliação com usuários:** Envolve a participação de pessoas com deficiência em testes de usabilidade, permitindo identificar barreiras que ferramentas automatizadas não conseguem detectar, como a clareza da linguagem e a adequação do fluxo de navegação.

2.5 A Ferramenta WAVE

Entre as ferramentas automatizadas de avaliação de acessibilidade, destaca-se o WAVE (*Web Accessibility Evaluation Tool*), desenvolvido pelo WebAIM (*Web Accessibility In Mind*), um centro de pesquisa da Universidade Estadual de Utah dedicado à acessibilidade *web* (Bhatia; Malek, 2024).

O WAVE está disponível tanto como extensão para navegadores (Chrome, Firefox) quanto como versão *online*. Ao inserir uma URL, ele retorna a página original com ícones e indicadores visuais sobrepostos, que apontam (WEB AIM, 2024):

- **Erros:** Violações das WCAG que impactam negativamente a acessibilidade. Exemplos incluem imagens sem texto alternativo, contraste de cores insuficiente, formulários sem rótulos associados e elementos de título ausentes.
- **Alertas:** Possíveis problemas que requerem verificação humana, pois podem ou não representar barreiras reais dependendo do contexto. Exemplos incluem *links* suspeitos, títulos redundantes e elementos interativos sem descrição adequada.
- **Elementos estruturais positivos:** Características que contribuem para a acessibilidade, como a presença de títulos hierarquizados (estrutura h1, h2, etc.), *landmarks* (regiões da página como cabeçalho, navegação e conteúdo principal) e textos alternativos adequadamente implementados.
- **Análise de contraste de cores:** O WAVE identifica automaticamente combinações de cores de texto e fundo que não atendem aos critérios de contraste mínimo estabelecidos pelas WCAG, sinalizando visualmente os trechos problemáticos.

A principal vantagem do WAVE é sua capacidade de facilitar a identificação visual de problemas, tornando o diagnóstico de acessibilidade acessível mesmo para profissionais que não são especialistas no tema. Seus relatórios fornecem uma base sólida para priorizar correções e melhorias, sendo amplamente utilizados tanto no meio acadêmico quanto no desenvolvimento profissional de sistemas *web* (Bhatia; Malek, 2024).

No contexto educacional, o uso do WAVE permite avaliar se plataformas de ensino, portais institucionais e repositórios de conteúdo estão preparados para atender estudantes com deficiência, contribuindo para a identificação de barreiras que podem comprometer o processo de aprendizagem (Santos *et al.*, 2024).

2.6 A Importância da Avaliação de Acessibilidade em Ambientes Educacionais Digitais

Com o crescimento do uso de ambientes educacionais digitais, torna-se necessário avaliar se esses ambientes estão preparados para atender usuários com diferentes necessidades. A ausência de recursos de acessibilidade pode excluir estudantes com deficiência do processo de aprendizagem, comprometendo a inclusão educacional (Nicoli *et al.*, 2025).

A crescente digitalização do ensino, acelerada por eventos como a pandemia de COVID-19, consolidou os ambientes *online* como espaços primários de aprendizado.

Instituições de ensino, portais educacionais e repositórios de conteúdo passaram a ser a principal fonte de informação para alunos de todos os níveis (Oliveira Neta; Nascimento; Falcão, 2020). No entanto, a simples disponibilização de conteúdo *online* não garante a sua acessibilidade (Tomaz, 2022). Frequentemente, esses ambientes são desenvolvidos sem a devida observância das diretrizes internacionais, criando obstáculos para estudantes com deficiência.

Estudos recentes indicam que a avaliação sistemática da acessibilidade em ambientes educacionais é uma prática fundamental para garantir a inclusão digital. Santos *et al.* (2024) destacam que a aplicação de ferramentas como o WAVE permite identificar padrões de falhas recorrentes, subsidiando o desenvolvimento de recomendações para melhoria contínua. Da mesma forma, Bezerra *et al.* (2024) ressaltam que a incorporação da acessibilidade no desenvolvimento de tecnologias educacionais deve ser uma preocupação central, e não um aspecto secundário.

2.7 Ambientes Educacionais Digitais

Os ambientes educacionais digitais desempenham papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem, permitindo o acesso a conteúdos, atividades, avaliações e recursos educacionais por meio da internet. Embora possuam o mesmo propósito geral de apoiar a educação, essas plataformas apresentam funcionalidades distintas, o que pode influenciar diretamente a experiência dos usuários e os desafios relacionados à acessibilidade digital.

Neste estudo, foram analisados quatro ambientes educacionais digitais amplamente utilizados. A Khan Academy é uma plataforma gratuita que oferece conteúdos educacionais, exercícios interativos e acompanhamento do progresso dos estudantes. O Coursera disponibiliza cursos online desenvolvidos por universidades e instituições parceiras, oferecendo recursos como vídeo aulas, avaliações e certificações. O Moodle consiste em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) amplamente adotado por instituições de ensino para gerenciamento de disciplinas, atividades e comunicação entre professores e alunos. Já o portal do Ministério da Educação (MEC) disponibiliza informações, serviços e recursos relacionados à educação brasileira, atendendo estudantes, professores, gestores e a sociedade em geral.

A diversidade de funcionalidades presentes nesses ambientes torna sua análise relevante, uma vez que diferentes elementos de interface e formas de interação podem apresentar desafios específicos relacionados à acessibilidade digital.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção são apresentados trabalhos relacionados que abordam a avaliação da acessibilidade em plataformas digitais por meio de ferramentas automatizadas e análises fundamentadas nas diretrizes WCAG.

Santos, Chalhub e Berrío-Zapata (2021) realizaram uma avaliação da acessibilidade da homepage do website da Biblioteca Central da Universidade Federal do Pará (UFPA). O estudo utilizou a ferramenta WAVE e testes com usuários cegos para identificar problemas de acessibilidade e compreender seu impacto na experiência dos usuários. Os resultados evidenciaram a presença de barreiras que dificultavam a navegação por meio de tecnologias assistivas.

Souza (2023) desenvolveu um estudo voltado à análise da acessibilidade do sistema PagRN, buscando identificar e minimizar barreiras de acesso para usuários com deficiência. A pesquisa utilizou diretrizes de acessibilidade web e ferramentas de avaliação para identificar problemas relacionados à navegação e à interação dos usuários com o sistema.

Santos et al. (2024) investigaram a acessibilidade digital em plataformas de aprendizagem, analisando aspectos relacionados à inclusão e ao acesso de estudantes com deficiência em ambientes educacionais digitais. Os autores destacam a importância da adoção das diretrizes WCAG e da realização de avaliações periódicas para garantir ambientes mais inclusivos.

Embora os trabalhos apresentados contribuam significativamente para a área de acessibilidade digital, observa-se que a maioria concentra-se na análise de ambientes específicos ou em plataformas isoladas. Diferentemente desses estudos, o presente trabalho realiza uma análise comparativa entre diferentes ambientes educacionais digitais amplamente utilizados, utilizando a ferramenta WAVE para identificar erros, alertas e características relacionadas à acessibilidade. Além disso, a pesquisa compara os resultados obtidos entre os ambientes avaliados, permitindo identificar diferenças de conformidade e oportunidades de melhoria em cada plataforma.

Quadro 1 - Análise comparativa dos trabalhos relacionados

Trabalho	Ambiente Avaliado	Ferramenta	Comparação entre Plataformas	Foco Educacional
Santos, Chalhub e Berrío-Zapata (2021)	Biblioteca da UFPA	WAVE + testes com usuários	Não	Não
Souza (2023)	Sistema PagRN	Ferramentas de acessibilidade	Não	Não
Santos et al. (2024)	Plataformas de aprendizagem	Avaliação de acessibilidade	Parcial	Sim
Este Trabalho	Khan Academy, Coursera, Moodle e MEC	WAVE	Sim	Sim

Fonte: Autoria própria (2026)

4 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados para a realização da pesquisa. São descritos o tipo de estudo, os ambientes educacionais selecionados para análise, a ferramenta utilizada para avaliação de acessibilidade, os critérios considerados durante a investigação e a técnica empregada para análise dos dados. A metodologia foi estruturada com o objetivo de identificar e analisar possíveis barreiras de acessibilidade presentes nos ambientes educacionais digitais avaliados, com base nas recomendações das Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG).

4.1 Tipo de Pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva, pois busca compreender e analisar o nível de acessibilidade de ambientes educacionais, identificando possíveis problemas e padrões relacionados à acessibilidade digital. Quanto à abordagem, a pesquisa é classificada como qualitativa e quantitativa. A abordagem qualitativa foi utilizada na interpretação dos problemas de acessibilidade identificados, enquanto a abordagem quantitativa foi aplicada na análise dos dados obtidos pelas ferramentas, como número de erros e alertas encontrados.

4.2 Procedimentos Metodológicos

A pesquisa foi desenvolvida em etapas sequenciais, conforme descrito a seguir:

1. Revisão bibliográfica: levantamento de materiais teóricos relacionados à acessibilidade digital, usabilidade e diretrizes de acessibilidade web, com base em livros, artigos científicos e documentos oficiais.
2. Seleção dos sites: escolha de plataformas educacionais com base em critérios como relevância, popularidade e acesso público.
3. Definição das ferramentas: escolha das ferramentas automatizadas de avaliação de acessibilidade a serem utilizadas na pesquisa.
4. Aplicação das ferramentas: análise dos sites selecionados por meio das ferramentas definidas.
5. Coleta e organização dos dados: registro dos resultados obtidos em tabelas para posterior análise.
6. Análise dos resultados: interpretação dos dados coletados, identificando padrões e principais problemas de acessibilidade.

4.3 Objeto de Estudo

O objeto de estudo desta pesquisa consiste em ambientes educacionais disponíveis na internet, que oferecem conteúdos, cursos ou suporte ao ensino-aprendizagem.

Foram analisadas plataformas amplamente utilizadas, tais como:

- Khan Academy
- Coursera
- Moodle
- Portal do Ministério da Educação do Brasil.

A relevância dos sites selecionados foi determinada com base em critérios como popularidade, uso educacional consolidado, diversidade de plataformas e acesso público. Foram escolhidas plataformas amplamente utilizadas no contexto educacional, como Khan Academy, Coursera e Moodle, além do portal do Ministério da Educação do Brasil, por sua importância institucional.

Essas plataformas atendem a diferentes modelos de ensino e possuem grande número de usuários, o que as torna representativas para a análise da acessibilidade em ambientes educacionais digitais. Além disso, o acesso público a esses sistemas permite a replicabilidade da pesquisa, reforçando sua validade científica.

4.4 Instrumento de Coleta de Dados

Para a coleta de dados, foram utilizadas ferramentas automatizadas de avaliação de acessibilidade, sendo elas: *WAVE Web Accessibility Evaluation Tool*, ferramenta utilizada para identificar problemas de acessibilidade em páginas web, como ausência de textos alternativos, falhas de contraste e problemas estruturais no HTML.

4.5 Elementos da Ferramenta WAVE

A ferramenta WAVE (*Web Accessibility Evaluation Tool*) é utilizada para avaliar a acessibilidade de páginas web com base em diretrizes internacionais, como as WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*). A ferramenta apresenta os resultados da análise por meio de categorias visuais, permitindo identificar erros, alertas e elementos estruturais relacionados à acessibilidade.

Os principais elementos da ferramenta são apresentados nas subseções seguintes:

4.5.1 Erros

A categoria Erros representa problemas de acessibilidade identificados automaticamente na página. Esses erros geralmente possuem impacto direto na navegação e utilização do site por pessoas que utilizam tecnologias assistivas.

Exemplos:

- Links vazios (*Empty link*);
- Ausência de rótulos em formulários (*Missing form label*);
- Problemas de contraste;
- Referências ARIA quebradas.

Os erros indicam falhas que devem ser corrigidas prioritariamente para melhorar a acessibilidade da interface.

4.5.2 Erros de Contraste

Os Erros de Contraste indicam problemas relacionados ao contraste entre texto e fundo.

A ferramenta verifica se as cores utilizadas atendem aos níveis mínimos recomendados pelas WCAG para garantir boa legibilidade, principalmente para usuários com baixa visão ou daltonismo.

Exemplos:

- Texto claro em fundo claro;
- Contraste insuficiente em botões ou menus.

4.5.3 Alertas

A categoria Alertas representa avisos e possíveis problemas de acessibilidade que necessitam de análise humana.

Diferentes dos erros automáticos, os alertas não significam necessariamente falhas críticas, mas apontam situações que podem prejudicar a experiência do usuário.

Exemplos:

- *Links* redundantes;
- Textos alternativos suspeitos;
- Textos muito pequenos;
- Elementos `<noscript>`.

Os alertas ajudam a identificar melhorias potenciais na interface.

4.5.4 Características (*Features*)

A seção de Características destaca elementos positivos de acessibilidade encontrados na página.

Ela evidencia recursos implementados corretamente que auxiliam usuários de tecnologias assistivas.

Exemplos:

- Textos alternativos em imagens;
- *Labels* em formulários;
- Cabeçalhos estruturados;
- Listas organizadas.

Esses elementos indicam boas práticas de desenvolvimento acessível.

4.5.5 Estrutura (*Structure*)

A categoria Estrutura apresenta a estrutura semântica da página HTML.

Seu objetivo é demonstrar como o conteúdo está organizado, permitindo verificar a hierarquia e organização das informações.

Exemplos:

- Títulos (h1, h2, h3);
- Listas;
- Regiões da página;
- Tabelas;
- Formulários.

Uma estrutura semântica adequada facilita a navegação por leitores de tela e melhora a compreensão do conteúdo.

4.5.6 ARIA

ARIA (*Accessible Rich Internet Applications*) consiste em atributos que aumentam a acessibilidade de componentes dinâmicos e interativos.

Exemplos:

- `aria-label`;
- `aria-hidden`;
- `role="button"`;
- `aria-describedby`.

O uso correto de ARIA melhora a interação de usuários com leitores de tela, especialmente em aplicações modernas desenvolvidas com JavaScript.

4.6 Técnica de Análise de Dados

Os dados coletados foram analisados por meio de técnicas qualitativas e quantitativas. A análise quantitativa consiste na contabilização dos erros, alertas e problemas identificados pelas ferramentas de avaliação, permitindo a comparação entre os ambientes educacionais digitais analisados. Já a análise qualitativa envolve a interpretação dos problemas encontrados, considerando seu impacto na experiência do usuário, especialmente para

peças com deficiência. Os resultados foram organizados em tabelas e discutidos com base nas diretrizes de acessibilidade web, como as WCAG, permitindo identificar padrões, limitações e possíveis melhorias nos ambientes educacionais digitais avaliados.

4.7 Critérios de Avaliação

Para a análise dos ambientes educacionais, foram considerados os seguintes critérios de acessibilidade:

- Presença de textos alternativos em imagens;
- Contraste adequado de cores;
- Estrutura semântica do conteúdo;
- Navegação por teclado;
- Acessibilidade de elementos interativos;
- Compatibilidade com tradução em Libras;
- Presença de legendas ou recursos alternativos em conteúdos multimídia.

Esses critérios são baseados em boas práticas de acessibilidade digital e nas recomendações das diretrizes internacionais.

5 RESULTADOS

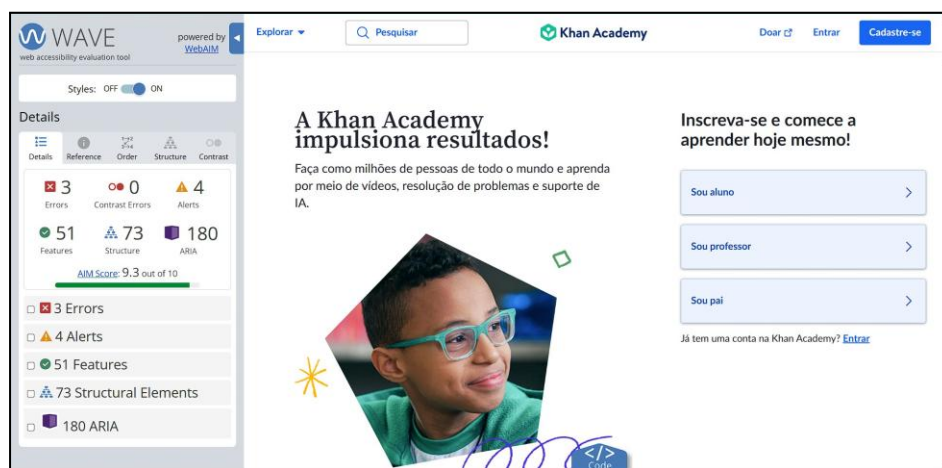
Os resultados demonstraram que os sites avaliados apresentam diferentes níveis de conformidade com as diretrizes WCAG. A Khan Academy obteve a melhor pontuação, seguida pelo Coursera e pelo Portal do Ministério da Educação, enquanto o Moodle apresentou a menor pontuação entre os sites analisados.

5.1 Khan Academy

Análise de acessibilidade da página inicial da Khan Academy revela um desempenho robusto, atingindo uma pontuação AIM de 9,3 em 10.

Dessa forma, o site demonstra um compromisso efetivo com a inclusão, necessitando apenas de ajustes técnicos pontuais para atingir a conformidade plena e uma experiência de usuário totalmente sem barreiras.

Figura 1 - Resultados do site Khan Academy utilizando a ferramenta WAVE

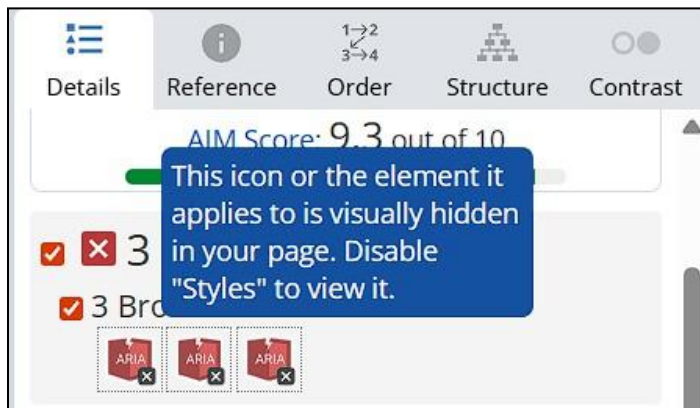


Fonte: Autoria própria (2026)

5.1.1 Erros do Site Khan Academy

Durante a análise de acessibilidade da plataforma Khan Academy utilizando a ferramenta WAVE, foram identificados três avisos relacionados a elementos visualmente ocultos na interface. O WAVE apresentou a seguinte mensagem:

Figura 2 - Mensagem de erro da ferramenta WAVE



Fonte: Autoria própria (2026)

Esse aviso indica que determinado elemento da página encontra-se oculto visualmente por meio de estilos CSS, embora continue presente na estrutura HTML do documento. Em muitos casos, esse tipo de implementação é utilizado para fornecer informações adicionais a leitores de tela ou controlar elementos dinâmicos da interface.

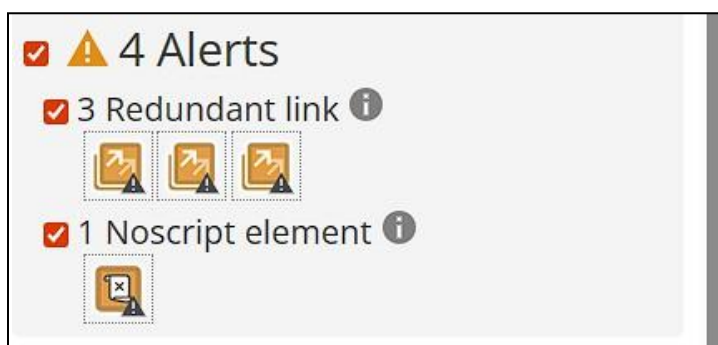
5.1.2 Erros de Contraste do Site Khan Academy

Conforme observado na Figura 1, a ferramenta WAVE não identificou erros de contraste no site Khan Academy.

5.1.3 Alertas do Site Khan Academy

Utilizando a ferramenta WAVE, foram identificados quatro alertas relacionados à estrutura e organização dos elementos da página, relacionados a *link* redundante (*redundant link*) e noscript element.

Figura 3 - Alertas do Site Khan Academy



Fonte: Autoria própria (2026)

Figura 4 - Representação do Noscript element no Site Khan Academy



Fonte: Autoria própria (2026)

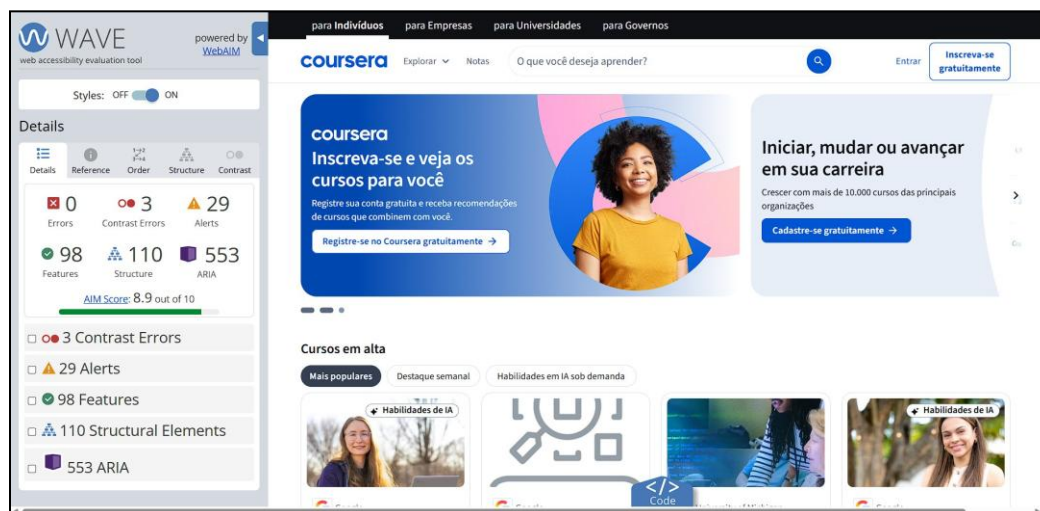
O alerta *redundant link* indica a presença de múltiplos *links* adjacentes que direcionam para o mesmo destino. Segundo as boas práticas de acessibilidade, *links* redundantes podem prejudicar a navegação de usuários que utilizam leitores de tela, pois o software pode anunciar repetidamente informações iguais, tornando a experiência cansativa e menos eficiente.

Além disso, como visto na Figura 4, foi identificado um elemento do tipo “*Noscript element*”. O elemento `<noscript>` é utilizado para fornecer conteúdo alternativo quando o navegador do usuário está com o JavaScript desabilitado. Embora sua presença não represente necessariamente um erro de acessibilidade, a ferramenta WAVE sinaliza esse elemento como um ponto de atenção, já que parte do conteúdo ou funcionalidades do site pode depender da execução de *scripts*.

5.2 Coursera

A análise de acessibilidade da página inicial do Coursera revela um desempenho sólido, alcançando uma pontuação AIM de 8,9 em 10,0.

Figura 5 - Resultados do Site Coursera Utilizando a Ferramenta WAVE



Fonte: Autoria própria (2026)

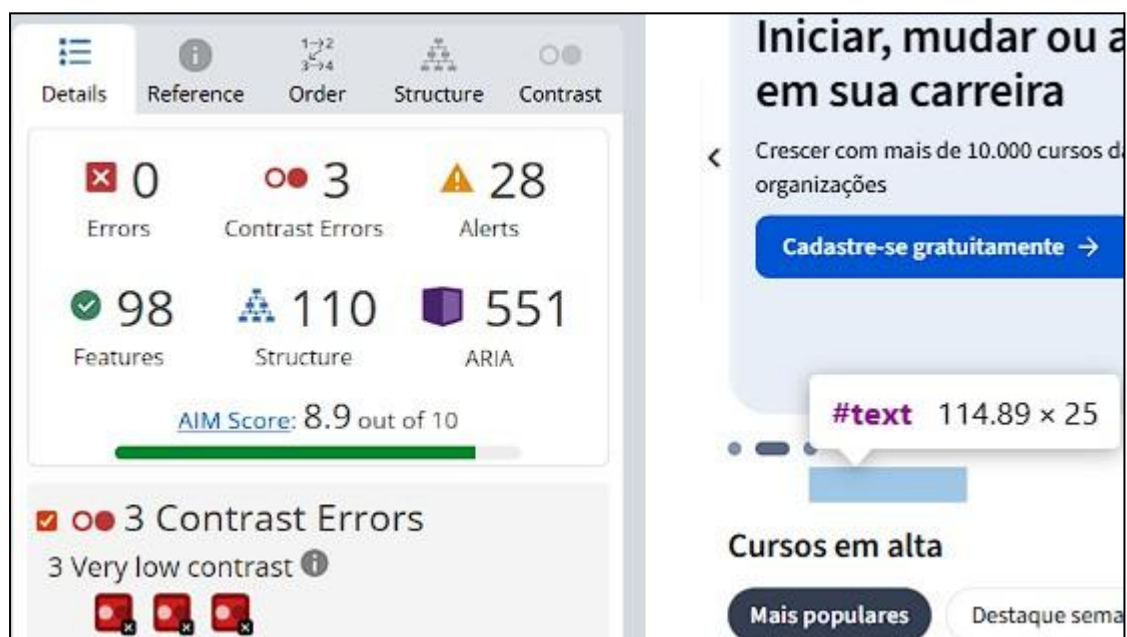
5.2.1 Erros do Site Coursera

Conforme observado na Figura 5, a ferramenta WAVE não identificou nenhum erro crítico na página analisada. Esse resultado indica que os principais requisitos de acessibilidade avaliados pela ferramenta foram atendidos, contribuindo para uma experiência mais inclusiva para os usuários.

5.2.2 Erros de Contraste do Site Coursera

A análise detalhada dos erros de contraste revelou que eles estavam relacionados a elementos textuais de navegação interna do carrossel da página. Os textos “Ir para o item 1”, “Ir para o item 2” e “Ir para o item 3” apresentavam contraste insuficiente em relação ao plano de fundo, levando à sinalização da ferramenta WAVE.

Figura 6 - Erros de Contraste do Site Coursera



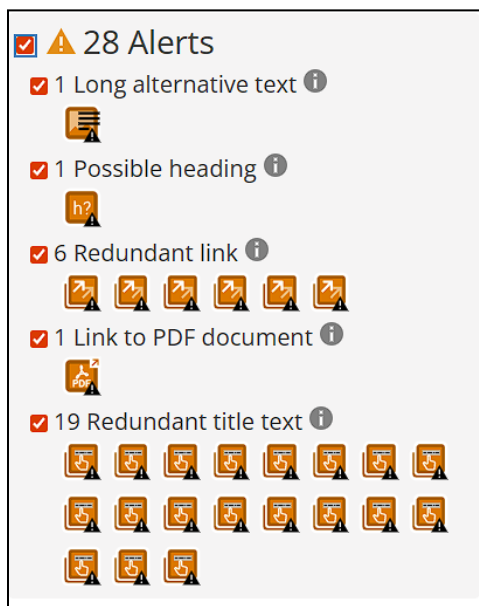
Fonte: Autoria própria (2026)

Esse problema pode comprometer a acessibilidade para usuários com deficiência visual ou baixa percepção de contraste, contrariando as recomendações da WCAG referentes à legibilidade do conteúdo textual.

5.2.3 Alertas do Site Coursera

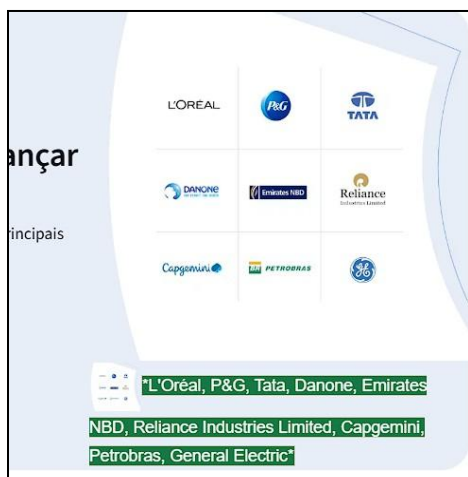
Conforme a análise da ferramenta WAVE na página do Coursera, foram identificados 28 alertas. Entre eles, foi encontrado um alerta relacionado a texto alternativo longo (*Long Alternative Text*), indicando que a descrição de uma imagem pode ser excessiva para usuários de leitores de tela. Também foi identificado um possível cabeçalho (*Possible Heading*), sugerindo a existência de um elemento visualmente semelhante a um título, mas que pode não ter sido implementado usando a marcação semântica adequada.

Figura 7 - Resultado dos Alertas do Site Coursera



Fonte: Autoria própria (2026)

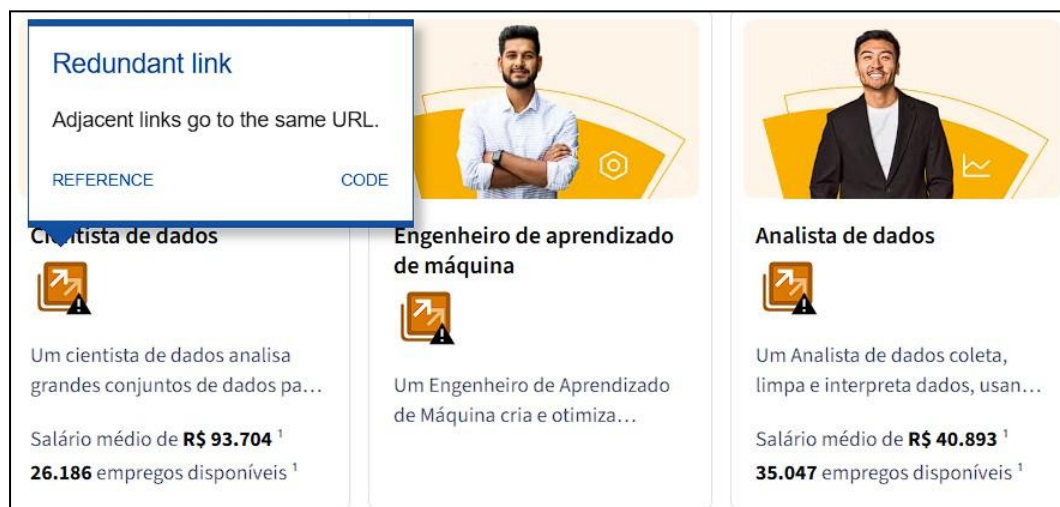
Figura 8 - Alerta de texto alternativo longo



Fonte: Autoria própria (2026)

Além disso, foram encontrados seis alertas de *links* redundantes, caracterizados por múltiplos *links* adjacentes que direcionam para o mesmo destino. Embora não configurem um erro crítico, esses elementos podem tornar a navegação repetitiva para usuários que utilizam tecnologias assistivas.

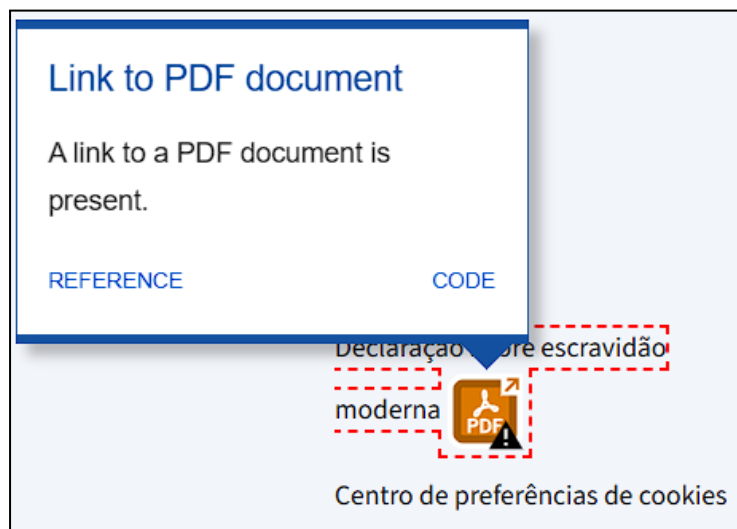
Figura 9 - Resultados de *links* redundantes



Fonte: Autoria própria (2026)

A ferramenta também identificou um *link* para um documento PDF (*Link to PDF Document*), alertando que o conteúdo acessado pode apresentar requisitos específicos de acessibilidade distintos daqueles das páginas web convencionais.

Figura 10 - Resultado de *link* para PDF



Fonte: Autoria própria (2026)

Por fim, foram registrados dezenove alertas de texto de título redundante (*Redundant Title Text*). Esse alerta ocorre quando o atributo title de um elemento repete exatamente a mesma informação já fornecida pelo texto visível ou por outro atributo acessível. Nesses casos, o uso redundante do atributo não agrega informação adicional aos usuários e pode gerar repetições desnecessárias em leitores de tela.

Figura 11 - Resultado de texto de título redundante

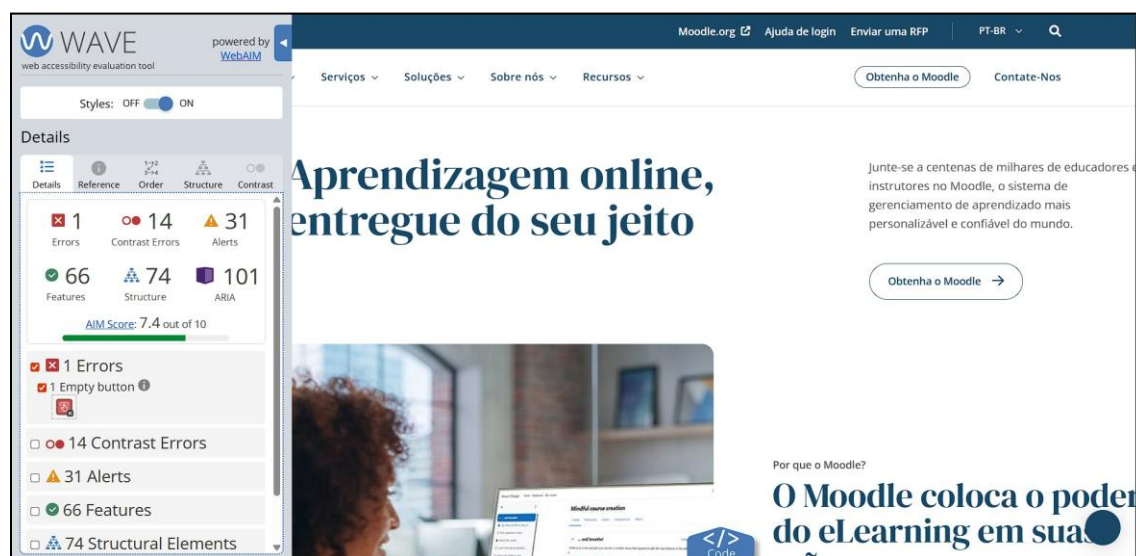


Fonte: Autoria própria (2026)

5.3 Moodle

A análise de acessibilidade da página inicial do Moodle apresenta uma pontuação AIM de 7,4 em 10,0, indicando um nível moderado de conformidade técnica.

Figura 12 - Resultados do site Moodle utilizando a ferramenta WAVE

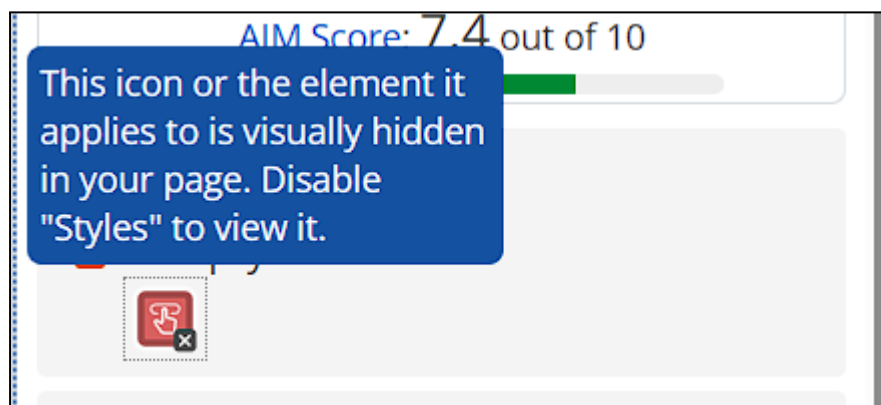


Fonte: Autoria própria (2026)

5.3.1 Erros do Site Moodle

O único erro identificado pela ferramenta foi classificado como botão vazio (*Empty Button*). Esse problema ocorre quando um botão não possui texto, rótulo acessível ou descrição que permita aos usuários de tecnologias assistivas compreender sua função. Em leitores de tela, esse elemento pode ser anunciado sem contexto, dificultando a navegação e a interação dos usuários com deficiência visual.

Figura 13 - Erro *empty button*

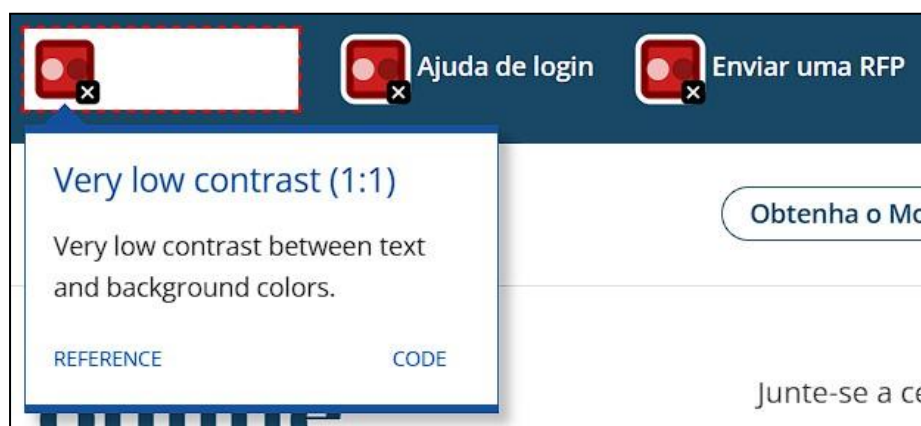


Fonte: Autoria própria (2026)

5.3.2 Erros de Contraste do Site Moodle

A ferramenta também identificou 14 erros de contraste. Isso dificulta uma leitura e compreensão de informações de forma adequada para usuários de baixa visão, daltonismo ou com dificuldades visuais. Esses resultados indicam a necessidade de ajustes nas combinações de cores utilizadas pela interface.

Figura 14 - Erros de contraste encontrados com a ferramenta WAVE



Fonte: Autoria própria (2026)

5.3.3 Alertas do Site Moodle

A ferramenta WAVE identificou 31 alertas de acessibilidade na página do Moodle. Dentre eles, foram encontrados 5 alertas do tipo *Long Text Alternative*, indicando a presença de textos alternativos extensos associados a imagens. Embora descrições detalhadas em determinados contextos sejam necessárias, textos excessivamente longos podem tornar a navegação por leitores de tela mais demorada e dificultar a compreensão das informações mais relevantes.

Figura 15 - Resultado do alerta do tipo *Long Text Alternative* do site Moodle



Fonte: Autoria própria (2026)

Também foram identificados 3 alertas do tipo *Missing Fieldset*, relacionados à ausência do elemento *fieldset* em grupos de campos de formulário. A utilização desse elemento contribui para a organização lógica dos controles de entrada e facilita a compreensão da estrutura dos formulários por usuários que utilizam tecnologias assistivas.

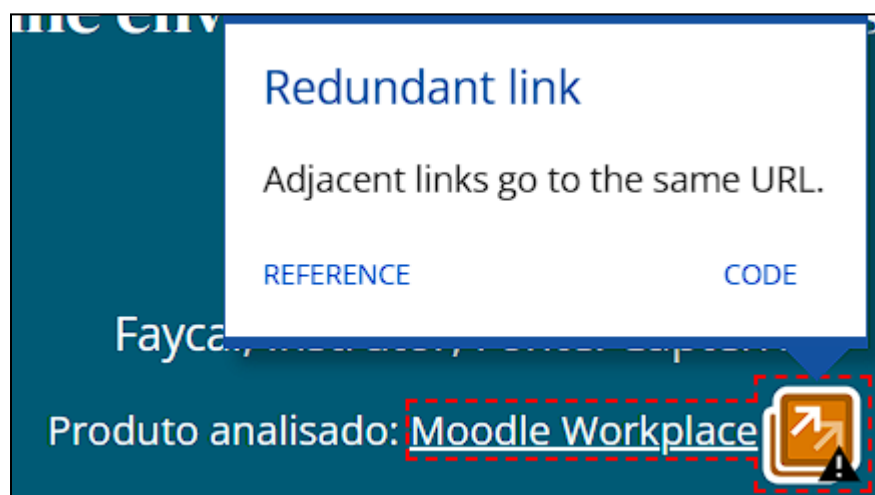
Figura 16 - Resultado do alerta do tipo *Missing Fieldset*



Fonte: Autoria própria (2026)

Além disso, foram encontrados 10 alertas de *Redundant Link*, caracterizados pela existência de múltiplos *links* adjacentes direcionando para o mesmo destino.

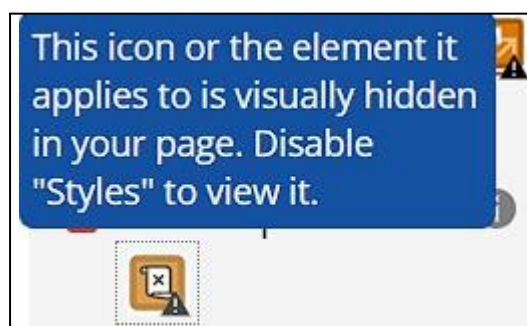
Figura 17 - Resultados do alerta do tipo *Redundant Link*



Fonte: Autoria própria (2026)

Foi identificado ainda 1 alerta referente à presença de um elemento Noscript. Esse elemento é utilizado para fornecer conteúdo alternativo quando o navegador não executa JavaScript.

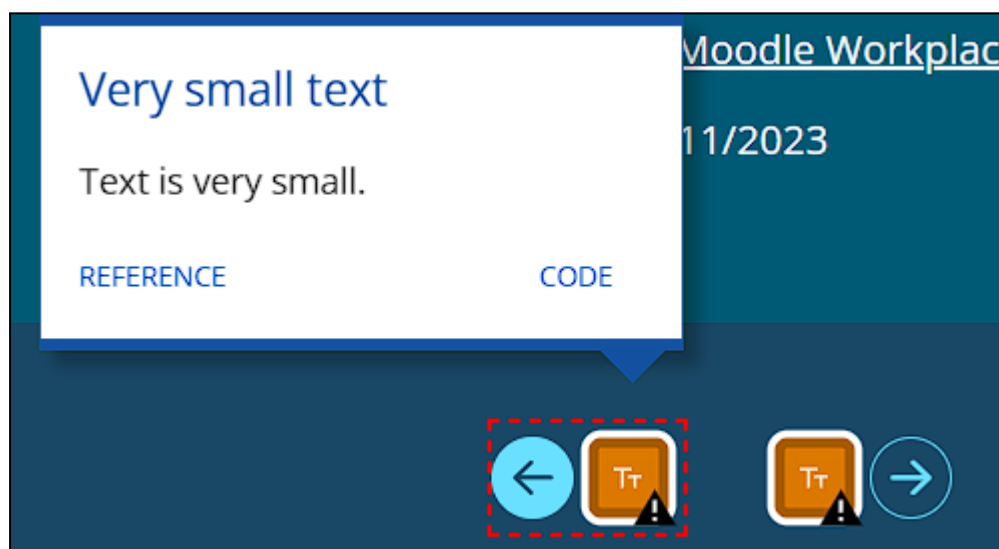
Figura 18 - Resultado do alerta do tipo Noscript



Fonte: Autoria própria (2026)

A análise também apontou 11 ocorrências de *Very Small Text*, indicando a utilização de textos com tamanho reduzido. Fontes muito pequenas podem dificultar a leitura e a compreensão do conteúdo, especialmente para usuários com baixa visão ou que acessem a página por dispositivos móveis.

Figura 19 - Resultado do alerta do tipo *Very Small Text*



Fonte: Autoria própria (2026)

Por fim, foi encontrado 1 alerta de *Redundant Title Text*, relacionado à utilização de atributos que repetem informações já disponíveis no conteúdo visível da página.

Figura 20 - Resultado do alerta do tipo *Redundant Title Text*



Fonte: Autoria própria (2026)

5.4 Ministério da Educação do Brasil

A análise de acessibilidade da página inicial do Portal do Ministério da Educação do Brasil resultou em um AIM de 8,1 em 10.

Figura 21 - Site do Ministério da Educação do Brasil



Fonte: Autoria própria (2026)

5.4.1 Erros do site do Ministério da Educação

Conforme a Figura 21, a ferramenta WAVE identificou dez erros críticos, indicando a existência de barreiras que podem comprometer a experiência de usuários que dependem de tecnologias assistivas.

Entre os erros encontrados, destacam-se oito ocorrências do tipo *Empty Link* (link vazio). Esse problema ocorre quando um elemento de *link* não possui texto, descrição ou conteúdo acessível capaz de informar, dificultando a navegação e a compreensão do destino associado a cada elemento.

Figura 22 - Resultado de erros do tipo *Empty Link*



Fonte: Autoria própria (2026)

Além disso, foram identificadas duas ocorrências de *Broken ARIA Reference* (referência ARIA quebrada). Esse erro ocorre quando atributos ARIA fazem referência a elementos inexistentes ou incorretamente identificados na página. Como consequência, tecnologias assistivas podem não conseguir estabelecer corretamente as relações entre os

elementos da interface, comprometendo a interpretação do conteúdo por usuários com deficiência visual.

Figura 23 - Resultado do erro crítico Broken ARIA Reference



Fonte: Autoria própria (2026)

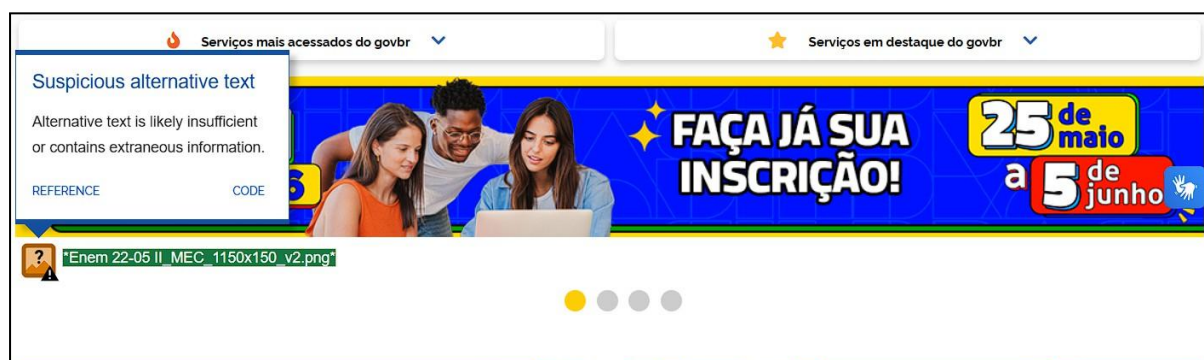
5.4.2 Erros de Contraste do Site do Ministério da Educação

Como visto na Figura 21, a ferramenta WAVE não identificou erros de contraste na página analisada, indicando que as combinações de cores utilizadas entre texto e plano de fundo atendem aos critérios mínimos de legibilidade estabelecidos pelas diretrizes de acessibilidade.

5.4.3 Alertas do Site do Ministério da Educação

Foram identificados 25 alertas de acessibilidade no portal do Ministério da Educação. Entre eles, destacam-se seis ocorrências do tipo *Suspicious Alternative Text*, indicando a presença de textos alternativos que podem não descrever adequadamente o conteúdo ou a finalidade das imagens associadas. Esse tipo de situação exige análise manual para verificar se as descrições fornecem informações relevantes e compreensíveis aos usuários de tecnologias assistivas.

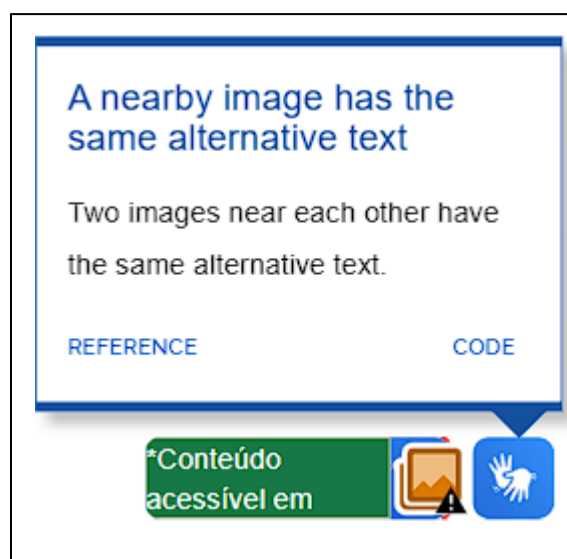
Figura 24 - Resultado do alerta do tipo *Suspicious Alternative Text*



Fonte: Autoria própria (2026)

Foi identificado também um alerta do tipo *A Nearby Image Has the Same Alternative Text*, relacionado à existência de imagens próximas que compartilham exatamente o mesmo texto alternativo. Essa prática pode gerar redundância na navegação por leitores de tela, uma vez que diferentes imagens podem ser anunciadas da mesma forma, dificultando a distinção entre os elementos.

Figura 25 - Resultado do alerta do tipo *A Nearby Image Has the Same Alternative Text*



Fonte: Autoria própria (2026)

Além disso, foram encontrados 5 alertas referentes ao uso do *AccessKey*. Esse recurso permite a criação de atalhos de teclado para acesso rápido a determinadas funcionalidades da página. Entretanto, sua utilização requer cautela, pois determinadas combinações de teclas podem entrar em conflito com atalhos do navegador, do sistema operacional ou de tecnologias assistivas utilizadas pelos usuários.

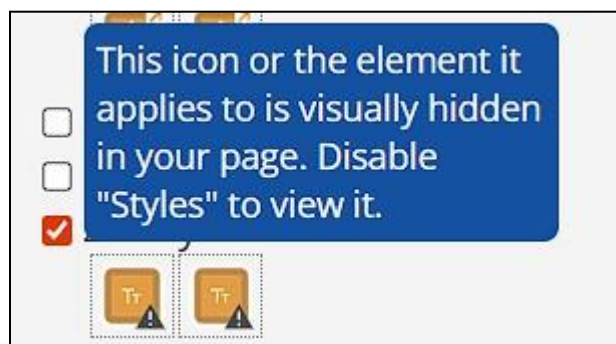
Figura 26 - Resultados do alerta do tipo *Accesskey*



Fonte: Autoria própria (2026)

A análise também identificou duas ocorrências de *Very Small Text*, indicando a presença de textos com tamanho reduzido. Elementos textuais muito pequenos podem dificultar a leitura e a compreensão das informações.

Figura 27 - Resultado do alerta do tipo *Very Small Text*



Fonte: Autoria própria (2026)

Por fim, foi registrado um alerta relacionado à presença de um vídeo do YouTube incorporado à página. Esse alerta destaca a necessidade de verificar aspectos como a disponibilidade de legendas, transcrições e outros recursos que contribuam para a acessibilidade do conteúdo audiovisual oferecido aos usuários.

Figura 28 - Resultado do alerta do tipo YouTube Vídeo



Fonte: Autoria própria (2026)

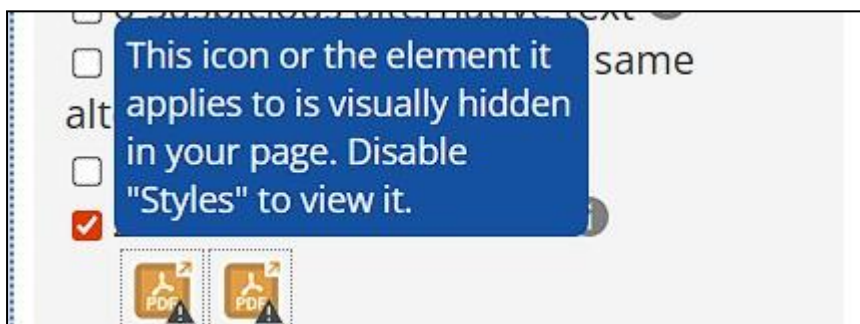
Adicionalmente, foram identificados cinco alertas de links redundantes, dois alertas referentes a links para documentos PDF e três alertas relacionados a elementos Noscript, cujas características e impactos foram discutidos anteriormente nesta análise.

Figura 29 - Resultado do alerta do tipo Redundant Link



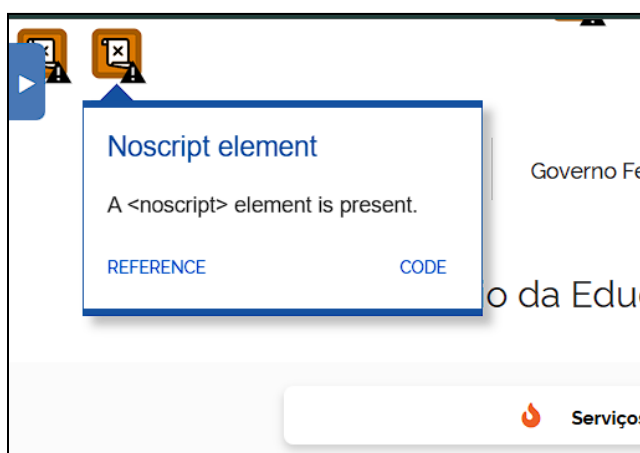
Fonte: Autoria própria (2026)

Figura 30 - Resultado do alerta do tipo *Link to PDF Document*



Fonte: Autoria própria (2026)

Figura 31 - Resultado do alerta do tipo *Noscript Element*



Fonte: Autoria própria (2026)

5.5 Discussão dos Resultados

A análise da Khan Academy evidenciou um nível satisfatório de acessibilidade quando comparada aos demais ambientes avaliados. Entretanto, foram identificados problemas relacionados ao contraste de cores e elementos que podem dificultar a navegação por usuários que dependem de tecnologias assistivas. A correção desses problemas contribuiria para uma experiência mais inclusiva, especialmente para usuários com baixa visão e pessoas que utilizam leitores de tela.

No Coursera, embora tenham sido observados recursos voltados à acessibilidade, foram identificados alertas relacionados a textos alternativos extensos, links redundantes e títulos redundantes. Esses elementos não configuram necessariamente barreiras críticas, mas podem tornar a navegação mais cansativa e menos eficiente para usuários de tecnologias assistivas. A revisão desses componentes pode melhorar a experiência de uso e a organização das informações disponibilizadas pela plataforma.

O Moodle apresentou uma das maiores quantidades de alertas de acessibilidade entre os ambientes analisados. Foram identificados problemas como botão vazio, erros de

contraste, ausência de fieldset em formulários, textos muito pequenos e links redundantes. Esses problemas podem comprometer significativamente a navegação de usuários com deficiência visual e daqueles que utilizam leitores de tela. Recomenda-se a revisão dos componentes de formulário, o aprimoramento do contraste visual e a adequação do tamanho das fontes utilizadas na interface.

Em relação ao Portal do Ministério da Educação, observou-se o melhor desempenho geral entre os ambientes avaliados, especialmente pela ausência de erros de contraste. No entanto, foram identificados links vazios, referências ARIA quebradas, textos alternativos suspeitos e alertas relacionados a conteúdos multimídia. A correção desses problemas contribuiria para melhorar a compatibilidade com tecnologias assistivas e garantir maior acessibilidade aos conteúdos disponibilizados pelo portal.

Um padrão observado durante a análise foi a recorrência de determinados problemas de acessibilidade em diferentes ambientes educacionais digitais. Entre os principais problemas identificados destacam-se links vazios (Empty Link), referências ARIA quebradas (Broken ARIA Reference), textos alternativos inadequados ou excessivamente longos, erros de contraste e elementos que dificultam a navegação por leitores de tela, como botões sem descrição, links redundantes e ausência de estrutura semântica adequada. A recorrência desses problemas demonstra que, embora os ambientes avaliados apresentem iniciativas voltadas à acessibilidade, ainda existem barreiras comuns que podem comprometer a experiência de usuários que dependem de tecnologias assistivas.

Esses resultados reforçam o objetivo desta pesquisa de identificar barreiras de acessibilidade em ambientes educacionais digitais e evidenciam a necessidade de incorporar as recomendações das Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) desde as etapas iniciais do desenvolvimento e da manutenção dessas plataformas. A adoção de avaliações periódicas, aliada a testes com usuários e ao uso de ferramentas automatizadas, pode contribuir para a redução dessas barreiras e para a construção de ambientes digitais mais inclusivos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar a acessibilidade de diferentes páginas web por meio da ferramenta WAVE, verificando sua conformidade com princípios e diretrizes voltados à inclusão digital. A acessibilidade na web é um aspecto fundamental para garantir que pessoas com diferentes necessidades possam acessar informações e utilizar serviços disponíveis na internet de forma autônoma e eficiente.

A partir das análises realizadas, foi possível identificar que os ambientes educacionais digitais avaliados apresentam níveis distintos de acessibilidade. Embora tenham sido encontrados diversos recursos positivos, como o uso de elementos estruturais, atributos ARIA e mecanismos de navegação acessível, também foram identificados problemas que podem dificultar a experiência de usuários que dependem de tecnologias assistivas. Entre os principais problemas observados destacam-se links vazios, referências ARIA quebradas, problemas relacionados a textos alternativos, erros de contraste e elementos que podem comprometer a navegação por leitores de tela.

Os resultados demonstram que, mesmo em portais amplamente utilizados por instituições educacionais e governamentais, ainda existem barreiras de acessibilidade que precisam ser corrigidas. Dessa forma, o estudo reforça a importância da adoção contínua das recomendações estabelecidas pelas Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG), bem como da realização periódica de avaliações de acessibilidade durante o desenvolvimento e manutenção de sistemas web.

Por fim, conclui-se que a utilização de ferramentas automáticas, como o WAVE, constitui uma importante etapa no processo de avaliação de acessibilidade. Entretanto, sua utilização deve ser completada por análises manuais e testes com usuários, permitindo uma avaliação mais abrangente da experiência de navegação e da efetiva inclusão de pessoas com deficiência.

6.1 Trabalhos Futuros

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se a avaliação de acessibilidade para além dos critérios identificados por ferramentas automatizadas, incorporando abordagens voltadas à inclusão de estudantes neurodivergentes. Nesse contexto, podem ser consideradas referências complementares às WCAG, como o Universal Design for Learning (UDL), o Dyslexia Style Guide da British Dyslexia Association (BDA) e os princípios da Teoria da Carga Cognitiva, que fornecem recomendações relacionadas à apresentação de conteúdo, organização da informação e redução de barreiras cognitivas durante o processo de aprendizagem.

Além disso, pretende-se desenvolver uma solução baseada em Inteligência Artificial capaz de identificar automaticamente problemas de acessibilidade em ambientes educacionais digitais, contemplando diferentes perfis de usuários e tipos de deficiência. A proposta visa integrar critérios técnicos de acessibilidade, aspectos cognitivos e recomendações de usabilidade, contribuindo para avaliações mais abrangentes e para a construção de ambientes educacionais digitais mais inclusivos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Fabio Fabricio Souza de. **Avaliação da acessibilidade e usabilidade no uso de aplicativos móveis para pessoas com deficiência auditiva**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, CERES, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/66628>. Acesso em: 29 mar. 2026.

BEZERRA, Erich Teles et al. O impacto das tecnologias emergentes na educação: transformações e desafios na era digital. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 10, n. 7, p. 2992–3003, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i7.14950. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/14950>. Acesso em: 29 mar. 2026.

BHATIA, Pooja Naresh; MALEK, Sam. A historical review of web accessibility using WAVE. In: ACM/IEEE Workshop on Gender Equality, Diversity, and Inclusion in Software Engineering (GE@ICSE '24), 2024, Lisboa, Portugal. **Anais [...]**. New York: ACM, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1145/3643785.3648489>. Disponível: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3643785.3648489>. Acesso em: 29 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Brasília, DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm. Acesso em: 29 mar. 2026.

CORRÊA, Patrícia Vizicato; RIBEIRO, Douglas Francisco. Acessibilidade e usabilidade na web: recursos utilizados para inclusão de usuários. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, SP, v. 12, n. 1, p. 7–17, 2015. DOI: 10.31510/inf.v12i1.97. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/97>. Acesso em: 29 mar. 2026.

GESSI, Nedisson Luis et al. A inclusão digital como pilar democrático: Acessibilidade web para pessoas com deficiência visual no portal gov.br: Digital inclusion as a democratic pillar: Web accessibility for people with visual impairments on the gov.br portal. **RCMOS - Revista Científica Multidisciplinar O Saber, Brasil**, v. 1, n. 1, 2025. DOI: 10.51473/rcmos.v1i1.2025.969. Disponível em: <https://submissoesrevistarcmos.com.br/rcmos/article/view/969>. Acesso em: 29 mar. 2026.

LISBOA, Isolda Veronese Moniz Vianna. **Acessibilidade dos conteúdos educacionais online na perspectiva da experiência do aluno cego**. 2021. Tese de Doutorado. Universidade Aberta (Portugal). Acesso em: 11 mar. 2026. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/entities/publication/4d7e0a79-a5ae-4f7c-a78b-3e438a3511ce>. Acesso em: 12 jun. 2026.

LISBOA, I. V. M. V.; BARROSO, J. M. P.; ROCHA, T. de J. V. da. Acessibilidade dos conteúdos educacionais online na perspectiva da experiência do aluno cego / Accessibility of educational online contents on the perspective of blind student's UX. **Brazilian Journal of**

Development, [S. l.], v. 6, n. 6, p. 35623–35628, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n6-195. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11354>. Acesso em: 29 mar. 2026.

NICOLI, Carla Aparecida et al. ACESSIBILIDADE DIGITAL. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 4773–4781, 2025. DOI: 10.51891/rease.v11i6.20133. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/20133>. Acesso em: 29 mar. 2026.

NIELSEN, Jakob. **Usability engineering**. San Diego: Academic Press, 1993.

OLIVEIRA NETA, Adelaide de Sousa; NASCIMENTO, Romária de Menezes do; FALCÃO, Giovana Maria Belém. A Educação dos Estudantes com Deficiência em Tempos de Pandemia de Covid-19: A Invisibilidade dos Invisíveis. **Revista Interações**, [S. l.], v. 16, n. 54, p. 25–48, 2020. DOI: 10.25755/int.21070. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/21070>. Acesso em: 29 mar. 2026.

SANTOS, Zilah Edelburga Chaves dos; CHALHUB, Tania; BERRÍO-ZAPATA, Cristian. Acessibilidade digital da homepage do website da Biblioteca Central da UFPA: avaliação com o software WAVE e testes com alunos cegos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO (ENANCIB), 21., 2021, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ANCIB, 2021. Acesso em: 22 mar. 2026. Disponível em: https://enancib.ancib.org/enancib/pt_BR/article/view/1393/1432. Acesso em: 29 mar. 2026.

SANTOS, S. M. A. V et al. Acessibilidade digital em plataformas de aprendizagem. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 22, n. 4, p. e4089, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n4-054. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/4089>. Acesso em: 29 mar. 2026.

SILVA, Luan Soares; NEUBERT, Patricia da Silva. Ferramentas de avaliação automática de acessibilidade web. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 24., 2024, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: ANCIB, 2024. Disponível em: <https://brapci.inf.br/v/342868>. Acesso em: 22 jun. 2026.

SOUZA, Andressa Silva de. **Acessibilidade na web: minimizando as barreiras de acesso do PagRN**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/54890>. Acesso em: 29 mar. 2026.

TOMAZ, Aline Pimenta Bazilio. **Acessibilidade digital e a participação de estudantes surdos e com deficiência auditiva no ensino online na UFRRJ durante a pandemia do Covid-19**. 2022. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Humanidades Digitais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto

Multidisciplinar de Nova Iguaçu, Nova Iguaçu, 2022. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/18649>. Acesso em: 29 mar. 2026.

VIRTUAL VISION. **Como implementar acessibilidade desde o início do projeto**. 2024. Disponível em: <https://www.virtualvision.com.br/blog/como-implementar-acessibilidade-desde-o-inicio-do-projeto/>. Acesso em: 22 jun. 2026.

WEBAIM. **WAVE Web Accessibility Evaluation Tool**. Disponível em: <https://wave.webaim.org/>. Acesso em: 28 mar. 2026.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1**. 2023. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. Acesso em: 11 mar. 2026.