
Curso de Ciência da Computação
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

**Desenvolvimento de um portal educacional acessível
com suporte em libras e conformidade aos critérios
WCAG 2.2**

Igor Monteiro Nunes

Prof. Dr. Jorge Marques Prates (Orientador)
Prof^a. Dr^a. Raquel Marcia Müller (coorientadora)

Dourados - MS
2025

Desenvolvimento de um portal educacional acessível com suporte em libras e conformidade aos critérios WCAG 2.2

Igor Monteiro Nunes

Este exemplar corresponde à Monografia da disciplina Projeto Final de Curso, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Dourados, 23 de novembro de 2025

Prof. Dr. Jorge Marques Prates (Orientador)
Prof^a. Dr^a. Raquel Marcia Müller (coorientadora)

N925d Nunes, Igor Monteiro.

Desenvolvimento de um portal educacional acessível com suporte em libras e conformidade aos critérios WCAG 2.2 / Igor Monteiro Nunes. – Dourados, MS: UEMS, 2025.

63 p.

Monografia (Graduação) – Ciência da Computação – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Marques Prates.

Coorientadora: Profa. Dra. Raquel Marcia Müller.

1. Portal web educacional 2. Acessibilidade 3. VLibras 4. WCAG2.2 I. Prates, Jorge Marques II. Müller, Raquel Marcia III. Título

CDD 23. ed. - 004.678

Desenvolvimento de um portal educacional acessível com suporte em libras e conformidade aos critérios WCAG 2.2

Igor Monteiro Nunes

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Raquel Marcia Müller (Coorientadora)
Área de Computação - UEMS

Prof. Dr. Diogo Fernando Trevisan
Área de Computação - UEMS

Profa. Dra. Glauzia Gabriel
Área de Computação - UEMS

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo amor e apoio incondicionais que sempre sustentaram minhas escolhas. E ao meu orientador, pela orientação firme, dedicação indispensável e auxílio ao longo de toda a execução deste trabalho.

Agradecimentos

Agradeço, antes de tudo, aos meus pais, Herica e Mauricio, pelo amor, pelo incentivo constante e por acreditarem em cada passo desta jornada. Estendo minha gratidão ao meu avô Jitomir, à minha tia Claudia e à minha avó Jerusa, cuja presença, carinho e palavras de encorajamento tornaram este caminho mais leve e possível. Obrigado por cada dica, bronca, opinião e gesto de sabedoria — foram eles que me trouxeram até aqui.

Em memória de minha querida avó Vilma, que, com apoio constante e palavras de incentivo, alimentou meus sonhos desde cedo. Sua presença firme, seus conselhos simples e sua fé em mim foram abrigo em dias difíceis e impulso nos momentos decisivos. Fez por mim tudo quanto pôde — até onde pôde — e deixa, como legado, valores de honestidade, carinho e perseverança que levarei por toda a vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge, registro minha mais profunda gratidão pela orientação segura, pelo estímulo intelectual e, sobretudo, pela paciência incansável em sanar cada dúvida. Foi sempre um prazer para você me ajudar e nunca fui deixado na mão. Sua disponibilidade constante, aliada ao rigor acadêmico e à generosidade no compartilhamento de conhecimento, guiou as decisões mais importantes deste trabalho e elevou significativamente sua qualidade.

À minha coorientadora, Prof^a. Dr^a. Raquel pela disponibilidade em todos os momentos e pelas contribuições precisas que fortaleceram cada etapa do desenvolvimento. Sou igualmente grato por presidir a banca examinadora, conduzindo os trabalhos com competência, atenção aos detalhes e seriedade acadêmica.

A todas essas pessoas, e àqueles que de alguma forma contribuíram, meu profundo e permanente agradecimento.

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um portal Web educacional sobre programação (com foco em acessibilidade para pessoas surdas). A solução foi construída como uma aplicação de página única (SPA) utilizando React (Vite), Tailwind CSS e react-router-dom. A acessibilidade foi tratada em duas frentes: (i) integração do VLibras — widget oficial do Governo Federal para tradução automática do conteúdo textual para a Língua Brasileira de Sinais (Libras) — incorporado e disponibilizado em todas as rotas; e (ii) conformidade objetiva com critérios da WCAG 2.2, especificamente 1.4.6 (Contraste Reforçado — AAA) para texto normal ($\geq 7:1$) e 1.4.9 (Imagens de texto — AAA), substituindo texto em imagens por equivalentes textuais (`alt/figcaption`). Como método, definiu-se uma paleta “segura” de cores, padronizaram-se estilos de links e botões e mediram-se as razões de contraste conforme a fórmula oficial da WCAG, registradas em tabela. Os resultados indicam que os principais pares texto/fundo atingem nível AAA e que o conteúdo essencial está acessível via VLibras e alternativas textuais. O trabalho disponibiliza ainda exemplos de implementação (HTML/Tailwind) e um formulário de avaliação para coleta de *feedback* sobre usabilidade e acessibilidade do portal.

Palavras-chave: acessibilidade Web; VLibras; WCAG 2.2; React; Tailwind CSS.

Abstract

This work presents the development of an educational Web portal about programming (with a focus on accessibility for deaf users). The solution was built as a single-page application (SPA) using React (Vite), Tailwind CSS, and react-router-dom. Accessibility was addressed along two fronts: (i) integration of VLibras—the Brazilian Federal Government’s official *widget* for automatic translation of textual content into Brazilian Sign Language (Libras)—embedded and available on all routes; and (ii) objective conformance with WCAG 2.2 criteria, specifically 1.4.6 (Contrast Enhanced — AAA) for body text ($\geq 7:1$) and 1.4.9 (Images of Text — AAA), replacing text within images with textual equivalents (`alt/figcaption`). As a method, we defined a “safe” color palette, standardized link and button styles, and measured contrast ratios according to the official WCAG formula, recording the results in a table. The findings indicate that the main text/background pairs reach AAA level and that essential content is accessible via VLibras and textual alternatives. The project also provides implementation examples (HTML/Tailwind) and an evaluation form to collect *feedback* on the portal’s usability and accessibility.

Keywords: Web accessibility; VLibras; WCAG 2.2; React; Tailwind CSS.

Lista de Figuras

2.1	Exemplos Nível A.	29
2.2	Exemplos Nível AA.	30
2.3	Exemplos Nível AAA.	31
3.1	Arquitetura da aplicação.	37
4.1	Integração do VLibras na página inicial.	42
4.2	Página <i>Scratch</i> : contraste de texto em títulos/botões e disponibilidade do VLibras em modo reduzido.	43
4.3	Exemplo Rota Metodologia.	46
4.4	Exemplo Rota Materiais.	46
5.1	Rota <i>Home</i> : títulos e botões com contraste AAA e presença do VLibras.	50
5.2	Rota <i>Scratch</i> : aplicação dos critérios 1.4.6 e 1.4.9, com títulos em texto real e contraste reforçado.	51
5.3	Rota <i>Metodologia</i> : contraste alto entre texto e fundo e uso de texto real em títulos e descrições.	51
5.4	Rota <i>Materiais</i> : contraste reforçado e ausência de imagens contendo texto.	52
5.5	Rota <i>Sobre o Projeto</i> : cabeçalho com contraste AAA e parágrafos em texto real.	53

Lista de Tabelas

4.1	Amostra de pares de cores e respectivas razões de contraste	45
5.1	Síntese de conformidade por critério avaliado (WCAG 2.2)	49

Lista de Siglas

WCAG	Web Content Accessibility Guidelines 2.2
W3C	World Wide Web Consortium
WAI	Web Accessibility Initiative
SPAs	Single-Page Applications
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
eMAG	Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico
POUR	Perceivable, Operable, Understandable e Robust
HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets
CDN	Content Delivery Network
PCD	Pessoa com Deficiência
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

Sumário

1	Introdução	20
1.1	Contexto	20
1.2	Motivação e Justificativa	21
1.3	Objetivo Geral	21
1.4	Objetivos Específicos	21
1.5	Organização	22
2	Revisão da Literatura	24
2.1	Espaço Digital	24
2.2	Inclusão Digital	25
2.2.1	Inclusão Digital como Extensão da Inclusão Social	25
2.2.2	Inclusão Digital para Pessoas com Deficiência	26
2.3	Diretrizes Internacionais: W3C e WCAG	26
2.3.1	Conteúdo Perceptível	26
2.3.2	Conteúdo Operável	27
2.3.3	Conteúdo Compreensível	27
2.3.4	Conteúdo Robusto	27
2.3.5	Critérios por Nível da WCAG	28
2.4	Acessibilidade Digital e Barreiras de Navegação	31
3	Metodologia	34
3.1	Requisitos	34
3.1.1	Requisitos Funcionais	34
3.1.2	Requisitos Não Funcionais	35
3.2	Tecnologias	36
3.2.1	React	36
3.2.2	React Router	36
3.2.3	Tailwind CSS	36

3.2.4	HTML	36
3.2.5	CSS	36
3.2.6	JavaScript	37
3.3	Arquitetura	37
4	Aplicação	40
4.1	Tecnologias e arquitetura	40
4.2	Integração do VLibras	41
4.3	Estratégia de acessibilidade (WCAG 2.2)	42
4.3.1	Medição de contraste	44
4.3.2	Pares de cores utilizados	44
4.4	Ajustes por componentes e rotas	45
4.5	Validação e testes	46
4.6	Síntese	47
5	Resultados	48
5.1	Visão geral	48
5.2	Procedimento de verificação	48
5.3	Resultados por critério	49
5.4	Resultados por rota e componentes	49
5.5	Integração do VLibras	53
5.6	Impacto percebido	53
6	Conclusão	54
A	Formulário de avaliação do portal	56
	Referências Bibliográficas	62

CAPÍTULO

1

Introdução

Neste capítulo apresentamos o contexto do problema, a motivação e a justificativa do trabalho, bem como os objetivos e a organização do documento. O foco desta pesquisa está na construção de um portal de acessibilidade na web para educação em programação à alunos surdos com apoio em Libras por meio do *widget* VLibras e em ajustes de interface para atender, de forma objetiva, a requisitos da Web Content Accessibility Guidelines 2.2 ([WCAG](#)) . Além de discutir a relevância social do tema, descrevemos as escolhas tecnológicas que possibilitaram a implementação do portal.

1.1 Contexto

A inclusão digital e educacional de pessoas surdas depende, entre outros fatores, de recursos de acessibilidade que reduzam barreiras de compreensão e de navegação ([W3C, 2024](#)). No ensino de programação, isso é particularmente sensível: o estudante lida com termos técnicos, sintaxe, exemplos visuais e fluxos de interação que exigem leitura atenta e interpretação precisa. Sem um suporte adequado em Libras e sem uma interface adaptada, a mensagem pedagógica pode se perder, comprometendo motivação, engajamento e desempenho ([BRASIL, 2005](#)).

A evolução do sistema Web criou um espaço para endereçar tais demandas. Single-Page Applications ([SPAs](#)) oferecem experiências mais fluidas, com transições rápidas entre telas e comportamento semelhante ao de aplicativos nativos. *Frameworks* como React e bibliotecas utilitárias como Tailwind CSS favorecem a criação de componentes reaproveitáveis e padronizados, o que é essencial para aplicar critérios de acessibilidade de forma consistente em toda a aplicação. Em paralelo, o Governo Federal disponibiliza o VLibras como um *widget* público e gratuito, permitindo que o conteúdo textual seja interpretado por um avatar em Libras, ampliando o alcance de páginas educacionais ([Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos \(MGI\); Universidade Federal da Paraíba \(UFPB\), 2023](#)).

1.2 Motivação e Justificativa

Apesar de existirem diretrizes consolidadas para acessibilidade na Web (WCAG), verifica-se que as webpages de projetos educacionais muitas vezes deixam de implementar requisitos básicos que impactam diretamente a legibilidade, como contraste de texto e a proibição de imagem de texto quando houver alternativa real em texto. Tais lacunas não são apenas detalhes técnicos: elas se materializam em obstáculos diários para estudantes que dependem de alto contraste, de leitores de tela e de recursos em Libras para compreender instruções, enunciados e materiais de apoio.

Motiva este trabalho a ausência de referências práticas e claras que aproximem o cotidiano de desenvolvimento das exigências de alto nível mais frequentemente negligenciadas no contexto educacional — em especial aquelas ligadas à percepção visual e à acessibilidade em Libras. Critérios como o 1.4.6 (Contraste Reforçado) e o 1.4.9 (Imagen de Texto — sem exceção), embora bem documentados, seguem pouco incorporados a fluxos reais de design e código ([WebAIM, 2025](#)). Da mesma forma, a integração consistente do VLíbras raramente é tratada como requisito de primeira ordem, apesar de o Governo Federal disponibilizar a “widget” de forma pública e gratuita ([Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos \(MGI\); Universidade Federal da Paraíba \(UFPB\), 2023](#)). Preencher essa lacuna é importante não apenas por conformidade normativa, mas porque impacta diretamente a legibilidade, a autonomia e a participação de estudantes que dependem de alto contraste, leitores de tela e tradução para Libras. Ao tornar esse caminho mais visível e plausível para equipes técnicas e docentes, pretende-se reduzir a distância entre a norma e a prática e, com isso, elevar o patamar de inclusão nas interfaces educacionais ([W3C, 2024](#)).

1.3 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver um portal web acessível que integre o VLíbras e siga as diretrizes WCAG 2.2, com atenção especial ao contraste de cores e ao uso adequado de imagens de texto, a fim de favorecer a legibilidade e a compreensão do conteúdo por pessoas surdas e/ou com baixa visão.

1.4 Objetivos Específicos

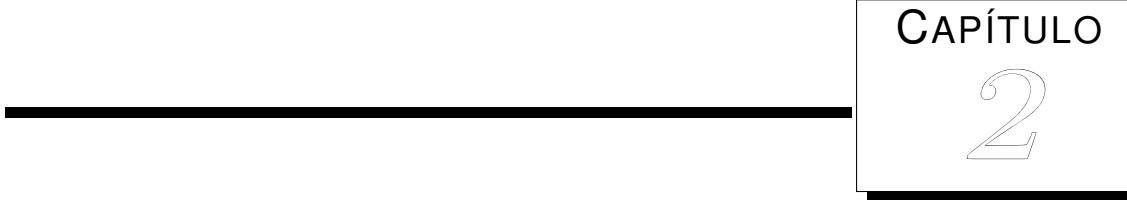
- Sintetizar um checklist operacional dos critérios WCAG 2.2 1.4.6 e 1.4.9 aplicados a SPA educacional, com limites e evidências exigidas (p. ex., razão de contraste $\geq 7:1$ para texto normal).
- Publicar uma paleta cromática, cobrindo 100% dos componentes previstos, com os respectivos pares texto/fundo e razões de contraste calculadas.
- Demonstrar, por auditoria WCAG nas páginas-alvo, conformidade integral aos critérios 1.4.6 e 1.4.9.

- Verificar a disponibilidade e o correto funcionamento do VLibras em todas as rotas (presença do botão, abertura do avatar e tradução de trechos de texto)
- Elaborar diretrizes reutilizáveis (regras de design e trechos de código) que generalizem as evidências obtidas para projetos educacionais similares, com critérios de aplicação explícitos.

1.5 Organização

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma:

- No Capítulo 2, apresenta-se a revisão de literatura, abordando fundamentos de acessibilidade na Web, diretrizes WCAG e iniciativas correlatas em contextos educacionais.
- No Capítulo 3, descrevem-se os requisitos funcionais e não funcionais que orientaram o portal e detalham-se as tecnologias selecionadas.
- No Capítulo 4, descrevem-se a aplicação desenvolvida, a integração do VLibras e as decisões de contraste (WCAG 2.2 1.4.6 e 1.4.9), com exemplos de implementação.
- No Capítulo 5, são apresentados os resultados obtidos com a implementação e a validação prática dos ajustes na interface e no fluxo de navegação.
- No Capítulo 6, expõem-se as conclusões, as dificuldades enfrentadas no desenvolvimento e sugestões de trabalhos futuros, incluindo a ampliação para outros critérios da WCAG e avaliações com usuários.



CAPÍTULO 2

Revisão da Literatura

Neste capítulo, será descrito a conceituação acerca de acessibilidade digital e sua importância em websites.

2.1 Espaço Digital

Além dos dois ambientes tradicionais — o natural e o urbano —, observa-se a consolidação de um terceiro entorno: o digital, caracterizado por interações sociais mediadas por tecnologias da informação e comunicação, como internet, telefonia móvel e meios digitais de comunicação em massa ([ECHEVERRÍA, 2001](#)).

Com o avanço das tecnologias de informação e comunicação (Tecnologias da Informação e Comunicação ([TICs](#))), as formas tradicionais de convivência passam a coexistir — e, por vezes, a ser substituídas — por interações mediadas por redes digitais. Essa mediação reconfigura práticas sociais e a circulação do conhecimento em uma sociedade em rede ([CASTELLS, 1999](#)), ao mesmo tempo em que produz um efeito de compressão espaço-tempo nas experiências cotidianas ([HARVEY, 1992](#)).

Nesse cenário, o espaço deixa de ser apenas um suporte físico e passa a ser concebido também como um ambiente simbólico e socialmente produzido, no qual a mobilidade da informação e a conectividade constante moldam dinâmicas culturais e sociais ([SANTOS, 1996](#)).

A tecnologia não determina a sociedade, mas orienta seus caminhos e possibilidades. O conceito de inteligência coletiva descreve a produção colaborativa de conhecimento, e a cibercultura pode gerar benefícios ou prejuízos, dependendo do modo de uso ([LÉVY, 1999](#)).

Nesse contexto, a inteligência coletiva surge como uma das principais manifestações da transformação provocada pela desmaterialização do espaço. Ao permitir que indivíduos de diferentes lugares colaborem em tempo real, o espaço digital amplia as possibilidades de criação, compartilhamento e evolução do conhecimento. Assim, ele não apenas condiciona a forma como

a sociedade opera, como também redefine as estruturas de produção intelectual e os modos de interação entre sujeitos.

O espaço digital compartilha semelhanças com o ambiente físico no qual vivemos, mas possui particularidades que o tornam único. Esse espaço não deve ser visto como uma simples reprodução do mundo tridimensional. Ainda que, inicialmente, haja uma tendência de transpor para o digital elementos já existentes no ambiente físico, como livros, músicas e filmes, o espaço digital se constrói com dinâmicas e propriedades próprias ([HERAS, 2000](#)).

2.2 Inclusão Digital

Garantir a acessibilidade digital é fundamental para promover a inclusão social de pessoas com deficiência, sobretudo em ambientes virtuais de interação e socialização. Assim como a inclusão social, a noção de inclusão digital assume significados distintos conforme o contexto. Já a exclusão digital relaciona-se à falta de infraestrutura tecnológica, às limitações de acesso à internet e às dificuldades de produzir e consumir informação nesses meios ([PASSERINO; MONTARDO, 2007](#)).

Estar incluído socialmente pressupõe verificar o que significa estar incluído em cada época, noção essa ligada ao surgimento e alcance dos meios de comunicação na sociedade. Com isso, o autor parte da premissa de que “a capacidade de acessar, adaptar e criar novo conhecimento por meio do uso das novas TIC é decisiva para a inclusão social na época atual” ([WARSCHAUER, 2006](#), p. 25).

Nesse sentido, a inclusão digital não se resume apenas ao fornecimento de infraestrutura tecnológica, como acesso à internet ou disponibilidade de dispositivos, mas envolve também a capacitação das pessoas para utilizar essas tecnologias de forma crítica e produtiva. Isso é ainda mais relevante quando se trata de pessoas com deficiência, pois a superação da exclusão digital passa, necessariamente, pela garantia de acessibilidade nos ambientes digitais. Promover inclusão digital, portanto, é assegurar que todos os indivíduos, independentemente de suas limitações físicas, sensoriais ou cognitivas, possam participar ativamente da sociedade da informação, tendo condições de buscar, compreender, produzir e compartilhar conhecimento no espaço digital.

2.2.1 Inclusão Digital como Extensão da Inclusão Social

A inclusão digital tem um papel fundamental na promoção da inclusão social, pois possibilita que o acesso às tecnologias seja um meio para o exercício pleno da cidadania. As políticas públicas de inclusão digital devem ir além da mera oferta de infraestrutura, incorporando as desigualdades históricas e sociais para garantir a participação efetiva e consciente dos grupos mais vulneráveis na sociedade em rede ([BONILLA; PRETTO, 2009](#)).

Para que o uso das tecnologias digitais seja realmente significativo, é preciso que haja uma combinação entre o acesso físico aos recursos, o domínio de competências digitais e a inserção social dos indivíduos. Superar a exclusão digital requer que as pessoas utilizem a tecnologia como ferramenta para educação, cultura e participação política. Iniciativas restritas à

distribuição de equipamentos ou à oferta de internet, sem considerar o contexto social e formativo dos usuários, tendem a ampliar desigualdades. É essencial que políticas públicas integrem acesso, formação crítica e uso consciente da tecnologia (BONILLA; PRETTO, 2009).

2.2.2 Inclusão Digital para Pessoas com Deficiência

A promoção da acessibilidade digital é indispensável para garantir a inclusão de pessoas com deficiência nos processos informacionais e comunicacionais. A efetiva participação de pessoas com deficiência no espaço digital depende não apenas do acesso à tecnologia, mas também da adaptação de interfaces, conteúdos e metodologias às suas necessidades específicas (BASTOS, 2009).

Para garantir a efetiva inclusão digital das pessoas com deficiência, é fundamental adotar o conceito de acessibilidade como princípio estruturante de qualquer solução tecnológica. (BASTOS, 2009) destaca que a acessibilidade digital deve estar presente desde o planejamento até a execução de projetos que envolvam plataformas digitais, considerando não apenas os aspectos técnicos, mas também as dimensões pedagógicas e comunicacionais. Essa abordagem amplia as possibilidades de participação das Pessoa com Deficiência (PCD) na educação, no trabalho e na vida cultural, fortalecendo a cidadania digital e promovendo equidade no acesso à informação.

2.3 Diretrizes Internacionais: W3C e WCAG

A acessibilidade digital na web é guiada pelas diretrizes estabelecidas pelo World Wide Web Consortium (W3C), uma organização responsável por definir padrões técnicos para a internet. Dentro dessa estrutura, destacam-se as Web Content Accessibility Guidelines (WCAG), atualmente em sua versão 2.2, que estabelecem princípios para tornar os conteúdos digitais mais acessíveis. As WCAG organizam suas recomendações em quatro pilares: conteúdo perceptível, operável, compreensível e robusto. Essas diretrizes são reconhecidas mundialmente e adotadas por diversos países, inclusive o Brasil, servindo como base para o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG) e para as políticas públicas relacionadas à acessibilidade digital.

As diretrizes WCAG são organizadas a partir de quatro princípios fundamentais: o conteúdo deve ser perceptível, operável, compreensível e robusto (W3C, 2024). Esses princípios são conhecidos, em inglês, como Perceivable, Operable, Understandable e Robust (POUR) e orientam o desenvolvimento de sites e sistemas acessíveis para o maior número possível de usuários, inclusive aqueles que utilizam tecnologias assistivas. Cada princípio é desdobrado em diretrizes específicas que abordam desde o fornecimento de alternativas textuais até a compatibilidade com diferentes dispositivos e navegadores.

2.3.1 Conteúdo Perceptível

A primeira diretriz da WCAG estabelece que o conteúdo de um site deve ser apresentado de forma que todos os usuários possam percebê-lo, independentemente de suas capacidades

sensoriais. Isso significa, por exemplo, garantir que imagens contenham descrições alternativas (atributo *alt*), que vídeos possuam legendas e que informações visuais também estejam disponíveis de forma textual. A ausência desses recursos impede que usuários com deficiência visual ou auditiva acessem integralmente o conteúdo disponibilizado.

Além disso, é importante que o conteúdo visual atenda a critérios de contraste entre texto e plano de fundo, tamanho mínimo de fonte e clareza de layout. Elementos como cores não devem ser a única forma de transmitir informações, pois usuários com daltonismo ou baixa visão podem não interpretá-las corretamente. Tais cuidados garantem que o conteúdo seja percebido por todos de forma equitativa ([W3C, 2024](#)).

2.3.2 Conteúdo Operável

O princípio da operabilidade trata da forma como os usuários interagem com a interface do site. A WCAG recomenda que todos os componentes da interface sejam acessíveis por meio de teclado, permitindo que pessoas com limitações motoras possam navegar sem o uso do mouse. Também orienta que não haja armadilhas de foco (elementos que prendem o cursor do teclado) e que os usuários possam controlar elementos interativos, como carrosséis ou animações.

Outro ponto importante é a flexibilidade quanto ao tempo de resposta exigido nas interações. Usuários com dificuldades motoras ou cognitivas podem precisar de mais tempo para preencher formulários ou concluir ações. Portanto, sempre que houver um limite de tempo, o sistema deve oferecer opções para estendê-lo ou desativá-lo. Interfaces operáveis ampliam significativamente a autonomia do usuário ([W3C, 2024](#)).

2.3.3 Conteúdo Compreensível

A diretriz da comprehensibilidade afirma que tanto o conteúdo textual quanto o funcionamento da interface devem ser fáceis de entender. Isso inclui o uso de uma linguagem clara, objetiva e sem gírias técnicas desnecessárias. Instruções e mensagens de erro devem ser compreensíveis, e formulários devem conter rótulos explícitos para guiar o preenchimento correto.

A consistência na navegação também é essencial: menus e botões devem manter a mesma posição e comportamento em todas as páginas, evitando confusão para o usuário. Sistemas imprevisíveis ou com comportamento inconsistente dificultam o uso, especialmente para pessoas com deficiência intelectual, dislexia ou transtornos de atenção. Tornar a navegação intuitiva contribui para uma experiência mais acessível e satisfatória ([W3C, 2024](#)).

2.3.4 Conteúdo Robusto

O princípio da robustez estabelece que os sites devem ser compatíveis com uma ampla variedade de agentes de usuário, incluindo navegadores, leitores de tela e outras tecnologias assistivas. Isso significa utilizar padrões web bem definidos, como HTML semântico, e evitar práticas obsoletas ou dependência excessiva de scripts que dificultem a interpretação automatizada do

conteúdo.

A robustez também se relaciona à durabilidade do conteúdo: ele deve ser capaz de se adaptar a novas tecnologias conforme evoluem. Sites desenvolvidos de forma robusta permanecem acessíveis ao longo do tempo e conseguem atender às necessidades de diferentes usuários, independentemente das ferramentas utilizadas para acessá-los ([W3C, 2024](#)).

2.3.5 Critérios por Nível da WCAG

As diretrizes da WCAG são organizadas em três níveis de conformidade: A, AA e AAA. O nível A representa os requisitos mínimos para que um site seja acessível, sendo essencial para evitar barreiras graves de navegação. O nível AA, por sua vez, corresponde ao padrão de acessibilidade mais amplamente adotado, oferecendo uma experiência mais inclusiva para usuários com diferentes tipos de deficiência. Já o nível AAA compreende critérios mais rigorosos e, embora desejável, nem sempre é possível atender a todos os requisitos desse nível em todos os tipos de conteúdo.

2.3.5.1 Nível A – Critérios Fundamentais

O nível A representa o conjunto mínimo de critérios que um site precisa cumprir para ser considerado acessível. Esses critérios evitam as barreiras mais severas de acesso. Um exemplo é o critério 1.1.1 (Perceptível) – Conteúdo Não Textual, que determina que todo conteúdo visual relevante, como imagens, ícones e gráficos, deve conter uma descrição alternativa em texto, garantindo sua compreensão por leitores de tela ([W3C, 2024](#)).

Outro critério importante é o critério 2.1.1 (Operável) – Teclado, que estabelece que toda a funcionalidade da página deve estar disponível por meio do teclado, o que é fundamental para usuários com deficiência motora. Esses critérios básicos são indispensáveis para garantir o mínimo de navegabilidade para pessoas com deficiência. A síntese visual de exemplos correspondentes aos critérios de nível A pode ser observada na Figura 2.1.

Figura 2.1: Exemplos Nível A.

<p>1.1.1 - Conteúdo Não Textual [A]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 1.1.1 (em inglês)</p> <p>Perceptível Alternativas em texto</p> <p>Qualquer conteúdo “não textual” e relevante para compreensão da informação, deve trazer uma descrição alternativa em texto (visível ou não) para identificar o conteúdo (inclusive captcha, por exemplo).</p>	<p>1.2.1 - Apenas áudio e apenas vídeo (pré-gravado) [A]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 1.2.1 (em inglês)</p> <p>Perceptível Multimídia baseada em tempo</p> <p>Deve ser fornecida uma das seguintes alternativas para o conteúdo apresentado:</p> <p>Apenas áudio: fornecer transcrição descritiva em texto</p> <p>Apenas vídeo: fornecer transcrição descritiva em texto e/ou uma faixa de audiodescrição que pode ser habilitada</p>	<p>1.2.2 - Legendas (pré-gravadas) [A]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 1.2.2 (em inglês)</p> <p>Perceptível Multimídia baseada em tempo</p> <p>Qualquer conteúdo pré-gravado que contenha uma faixa de áudio (seja apenas áudio ou vídeo) deve possuir legenda.</p> <p>Nota: no Brasil, para cumprir o critério, deve-se utilizar “legendas descritivas” ou LSE (Legendas para surdos e ensurdecidos).</p>	<p>1.2.3 - Audiodescrição ou mídia alternativa (pré-gravada) [A]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 1.2.3 (em inglês)</p> <p>Perceptível Multimídia baseada em tempo</p> <p>Deve ser fornecida uma audiodescrição ou uma transcrição descritiva em texto para todo conteúdo em vídeo pré-gravado.</p> <p>Nota: se for fornecida uma audiodescrição, o critério 1.2.5 (AA) será atendido. Se for fornecida uma transcrição, o critério 1.2.8 (AAA) será atendido.</p>
<p>1.3.1 - Informações e Relações [A]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 1.3.1 (em inglês)</p> <p>Perceptível Adaptável</p> <p>A organização estrutural de uma tela deve ser construída de forma que sua arquitetura de informação faça sentido tanto para quem vê, quanto para quem ouve o conteúdo.</p> <p>Dica: o desafio aqui é proporcionar experiências equivalentes relacionadas aos contextos visuais e auditivos.</p>	<p>1.3.2 - Sequência com significado [A]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 1.3.2 (em inglês)</p> <p>Perceptível Adaptável</p> <p>Seja qual for o método de interação, a apresentação das informações na tela sempre deverá ter uma sequência lógica.</p> <p>Dica: conteúdos responsivos não devem impactar o entendimento da informação independentemente do tamanho da tela.</p> <p>Nota: ver junto com critério 2.4.3 (A).</p>	<p>1.3.3 - Características sensoriais [A]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 1.3.3 (em inglês)</p> <p>Perceptível Adaptável</p> <p>Qualquer tipo de instrução ou direcionamento não deve depender de um formato específico, localização espacial, som ou qualquer outra característica sensorial.</p> <p>Exemplo: evitar expressões como “clique no botão abaixo” ou “clique no botão verde” ou “ao ouvir um bip, selecione uma opção”.</p>	<p>1.4.1 - Uso de cores [A]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 1.4.1 (em inglês)</p> <p>Perceptível Discernível</p> <p>Cores não devem ser utilizadas como única maneira de transmitir conteúdo ou distinguir elementos visuais.</p> <p>Dica: uma mensagem de erro em um formulário deve trazer um ícone de alerta, uma mensagem informando como corrigir o erro e também uma cor destacando a informação (e não apenas a mudança de cor).</p>

Fonte: WCAG 2.2.

2.3.5.2 Nível AA – Critérios Intermediários

O nível AA é o mais amplamente adotado por legislações e diretrizes públicas, como o eMAG no Brasil. Ele amplia significativamente os requisitos do nível A, oferecendo uma experiência mais inclusiva. Um exemplo é o critério 1.4.3 (Perceptível) – Contraste (mínimo), que exige uma proporção de contraste de pelo menos 4.5:1 entre o texto e o plano de fundo, favorecendo a leitura por pessoas com baixa visão ou daltonismo.

No princípio da comprehensibilidade, o critério 3.1.2 – Idioma das Partes requer que mudanças de idioma em trechos do conteúdo sejam indicadas, permitindo que leitores de tela ajustem automaticamente a pronúncia. Quanto à robustez, o critério 4.1.3 – Mensagens de Status determina que mensagens geradas dinamicamente (como alertas, erros ou confirmações) sejam programadas para serem detectadas por tecnologias assistivas sem necessidade de mudança de foco (W3C, 2024). A Figura 2.2 apresenta a síntese dos exemplos relativos aos critérios de nível AA.

Figura 2.2: Exemplos Nível AA.

1.4.11 - Contraste não textual [AA] <small>acessar Critério de Sucesso 1.4.11 (em inglês)</small> Perceptível <small>Discernível</small> Componentes de interface (exemplo: botões) e imagens essenciais para o entendimento do conteúdo devem ter uma relação de contraste entre primeiro e segundo plano de ao menos 3:1. Nota: ver junto com critérios 1.4.3 (AA) e 1.4.6 (AAA).	1.4.12 - Espaçamento de texto [AA] <small>acessar Critério de Sucesso 1.4.12 (em inglês)</small> Perceptível <small>Discernível</small> Sempre que as pessoas efetuarem ajustes e redimensionamentos (por conta própria) nos textos de um conteúdo para alguns valores específicos (ver critério completo), não deve ocorrer perda de legibilidade das informações apresentadas. Nota: ver junto com critério 1.4.8 (AAA).	1.4.13 - Conteúdo em foco por mouse ou teclado [AA] <small>acessar Critério de Sucesso 1.4.13 (em inglês)</small> Perceptível <small>Discernível</small> Conteúdos adicionais (exemplo: tooltip ou sub-menu) não devem ser acionados apenas com foco por mouse (mouse over) ou teclado. Caso isso ocorra, certas condições devem ser atendidas (ver critério completo).	2.4.5 - Várias formas [AA] <small>acessar Critério de Sucesso 2.4.5 (em inglês)</small> Operável <small>Navegável</small> As pessoas sempre deverão ter mais do que uma opção para encontrar um determinado conteúdo. Exemplo: um mesmo conteúdo pode ser acessado por um menu de navegação ou também através de um campo de busca.
2.4.6 - Cabeçalhos e rótulos [AA] <small>acessar Critério de Sucesso 2.4.6 (em inglês)</small> Operável <small>Navegável</small> Todos os títulos (diferentes níveis) e rótulos (campos de formulários) devem descrever claramente a finalidade dos conteúdos ou agrupamentos nos elementos da tela, sem que haja ambiguidade em seu entendimento. Nota: ver junto com critérios 1.3.1 (A), 1.3.5 (AA), 2.4.2 (A), 2.5.3 (A), 3.3.2 (A) e 4.1.2 (A).	2.4.7 - Foco visível [AA] <small>acessar Critério de Sucesso 2.4.7 (em inglês)</small> Operável <small>Navegável</small> Ao se interagir por teclado, qualquer pessoa deve conseguir identificar qual é a sua localização espacial na tela através de um foco (visível) identificador de sua localização. Nota: ver junto com critérios 2.4.11 (AA), 2.4.12 (AAA) e 2.4.13 (AAA).	2.4.11 - Foco não obscurecido (mínimo) [AA] <small>acessar Critério de Sucesso 2.4.11 (em inglês)</small> Operável <small>Navegável</small> Quando o foco visível for exibido em algum elemento na interface, ele não poderá ficar completamente oculto devido aos demais componentes da interface (exemplo: um rodapé fixo cobrir parcialmente este elemento).	2.5.7 - Movimentos de arrastar [AA] <small>acessar Critério de Sucesso 2.5.7 (em inglês)</small> Operável <small>Modalidade de Entrada</small> Toda funcionalidade que dependa de um movimento de arrastar (drag and drop) também deve receber um método alternativo de uso para que a operação seja efetuada também através de açãoamento via clique ou toque.

Fonte: WCAG 2.2.

2.3.5.3 Nível AAA – Critérios Avançados

O nível AAA representa o grau máximo de exigência das diretrizes WCAG. Embora sua implementação não seja obrigatória, ela é indicada para contextos que buscam acessibilidade plena. Um exemplo é o critério 1.4.6 (Perceptível) – Contraste (melhorado), que recomenda uma relação de contraste de pelo menos 7:1 entre o texto e o plano de fundo, facilitando ainda mais a leitura para usuários com deficiência visual severa.

No âmbito do princípio da compreensibilidade, o critério 3.1.3 – Palavras Incomuns recomenda que, sempre que forem utilizados termos pouco usuais, expressões técnicas, gírias ou figuras de linguagem, o conteúdo ofereça recursos de apoio à compreensão. Isso pode incluir, por exemplo, a inserção de explicações, definições simplificadas ou links para glossários, garantindo que usuários com diferentes níveis de letramento ou com deficiência cognitiva consigam interpretar corretamente as informações apresentadas. A visão geral de alguns exemplos dos critérios de nível AAA está apresentada na Figura 2.3.

Figura 2.3: Exemplos Nível AAA.

<p>2.4.13 - Aparência do foco [AAA]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 2.4.13 (em inglês)</p> <p>Operável Navegável</p> <p>Quando o foco visível for exibido, ele deverá possuir 2 pixels de largura, será preciso ter um espaçamento mínimo entre o conteúdo e o relacionamento de contraste com áreas adjacentes precisa ser suficiente (ver critério completo).</p> <p>Info: ao atender este critério, o critério 2.4.7 também será atendido.</p>	<p>2.5.5 - Tamanho do alvo (melhorado) [AAA]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 2.5.5 (em inglês)</p> <p>Operável Modalidade de Entrada</p> <p>O tamanho das áreasacionáveis por clique ou toque devem possuir no mínimo 44x44 pixels de espaçoamento, a não ser quando essa área estiver em uma frase localizada em um bloco de texto.</p> <p>Info: ao atender este critério, o critério 2.5.8 também será atendido.</p>	<p>2.5.6 - Mecanismos de entrada simultâneos [AAA]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 2.5.6 (em inglês)</p> <p>Operável Modalidade de Entrada</p> <p>As funcionalidades nativas em um dispositivo móvel e com interface de toque não devem ser comprometidas quando a pessoa aciona um periférico não nativo (exemplo: um teclado ou mouse bluetooth). As funcionalidades devem ser passíveis de serem utilizadas mesmo neste cenário.</p>	<p>3.1.3 - Palavras incomuns [AAA]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 3.1.3 (em inglês)</p> <p>Compreensível Legível</p> <p>O uso de gírias, jargões, metáforas e figuras de linguagem pode ser um empecilho para a compreensão da informação, nesse sentido deve-se fornecer uma forma de tradução ou explicação da informação (exemplo: link para acessar um glossário).</p>
<p>3.1.4 - Abreviaturas [AAA]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 3.1.4 (em inglês)</p> <p>Compreensível Legível</p> <p>Nem sempre uma abreviação ou um acrônimo é compreensível por todas as pessoas, nesse sentido deve-se fornecer uma forma de identificação de seu significado real (exemplo: link para acessar uma tabela de "de-para").</p>	<p>3.1.5 - Nível de leitura [AAA]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 3.1.5 (em inglês)</p> <p>Compreensível Legível</p> <p>Caso um determinado conteúdo seja tão complexo a ponto de uma pessoa com ensino fundamental completo" não ser capaz de entendê-lo, será necessário a sua revisão ou a utilização de conteúdo complementar que facilite a sua compreensão.</p> <p>Nota: "baseado em níveis internacionais (UNESCO)</p>	<p>3.1.6 - Pronúncia [AAA]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 3.1.6 (em inglês)</p> <p>Compreensível Legível</p> <p>Palavras regionais específicas e nomes próprios costumam ter pronúncias também específicas. Deve ser fornecida uma forma de possibilitar a correta compreensão da pronúncia em alguns casos.</p> <p>Nota: ver junto com critérios 3.1.1 (A) e 3.1.2 (AA).</p>	<p>3.2.5 - Mudança mediante solicitação [AAA]</p> <p>acessar Critério de Sucesso 3.2.5 (em inglês)</p> <p>Compreensível Previsível</p> <p>Qualquer mudança de contexto que possa desorientar as pessoas, deve ocorrer apenas quando solicitada pela pessoa que está utilizando (exemplo: um botão para confirmar uma ação).</p> <p>Info: ver junto com critérios 3.2.1 (A) e 3.2.2 (A).</p>

Fonte: WCAG 2.2.

2.4 Acessibilidade Digital e Barreiras de Navegação

A acessibilidade digital diz respeito à forma como conteúdos e serviços disponíveis na internet podem ser utilizados por todas as pessoas, incluindo aquelas com deficiência, de forma segura, autônoma e eficaz. De acordo com o Governo Digital (2020), acessibilidade digital significa a eliminação de barreiras na Web, permitindo que os sites sejam projetados de modo que todos os usuários consigam perceber, compreender, navegar e interagir com as páginas.

O W3C, por meio de sua Web Accessibility Initiative ([WAI](#)), define acessibilidade como a prática de tornar a web utilizável por pessoas com os mais diversos tipos de deficiência, incluindo visual, auditiva, motora, cognitiva e de fala. Isso inclui tanto os elementos visuais quanto as funcionalidades de interação de um site, exigindo que o desenvolvimento de páginas e interfaces considere a diversidade dos usuários desde o início do projeto ([W3C, 2024](#)).

As deficiências podem ser classificadas em diversas categorias, cada uma apresentando desafios específicos no contexto digital. Pessoas com deficiência visual, por exemplo, enfrentam dificuldades ao acessar conteúdos não textuais sem descrições adequadas, como imagens sem texto alternativo. Indivíduos com deficiência auditiva podem ser excluídos de informações importantes quando vídeos e áudios não possuem legendas ou transcrições. Já aqueles com deficiência motora podem encontrar obstáculos em interfaces que não são navegáveis por teclado

ou que exigem movimentos precisos do mouse. Por fim, pessoas com deficiências cognitivas podem ter dificuldades com layouts complexos, linguagem técnica ou instruções confusas. A acessibilidade digital visa eliminar essas barreiras, garantindo que todos os usuários possam interagir com conteúdos e serviços online de maneira eficaz e autônoma ([CETIC.BR, 2020](#); [W3C, 2024](#)).

Além das diretrizes, estudos têm avaliado a acessibilidade de sites reais, revelando limitações das validações automáticas e discrepâncias entre recomendações. Tangarife e Mont'Alvão conduziram um estudo exploratório comparando a validação automática da homepage da Eletrobrás com duas referências (W3C/WAI e e-Gov brasileiro) usando a ferramenta “da Silva”. Os resultados mostraram discrepâncias entre os relatórios por nível de prioridade (erros x avisos) e reforçaram que a checagem automática não substitui a inspeção humana. Esses achados sustentam a necessidade de auditorias dirigidas a critérios específicos e documentação de evidências — direção adotada neste trabalho ao focar contraste (1.4.6) e imagem de texto (1.4.9) ([TANGARIFE; MONT'ALVÃO, 2005](#)).



Metodologia

Inicialmente, realizou-se uma revisão de materiais técnicos, acadêmicos e normativos, com o objetivo de aprofundar o tema e mapear informações relevantes ao desenvolvimento do trabalho. Essa etapa resultou na sistematização de um corpus de referência, na síntese dos requisitos de acessibilidade aplicáveis e na identificação de lacunas recorrentes (contraste e imagem de texto), cujos desdobramentos orientam os requisitos e a arquitetura.

3.1 Requisitos

Os requisitos de um sistema de software costumam ser classificados em requisitos funcionais e não funcionais. Esses requisitos orientam o desenvolvimento e servem como base para a avaliação da qualidade do software ([SOMMERVILLE, 2010](#)).

3.1.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais descrevem os serviços que o sistema deve prover, a forma de resposta às entradas e o comportamento em diferentes situações, podendo ainda explicitar o que não deve ser feito ([SOMMERVILLE, 2010](#)). A seguir, apresentam-se os principais requisitos funcionais:

RF1: A aplicação deve disponibilizar o *widget* VLibras em **todas as rotas**, carregado e funcional, preservando o botão padrão de acesso.

RF2: Todos os pares **texto/fundo** (links, botões, títulos e parágrafos) devem atender a **WCAG 2.2 – 1.4.6 (AAA)** para texto normal, ou seja, razão de contraste $\geq 7:1$, inclusive nos estados *hover*.

RF3: A interface não deve utilizar **imagens de texto** (*images of text*); quando imprescindível (p. ex., logotipos ou capturas de tela), deve haver **equivalente textual** por `alt` e/ou

`figcaption`, conforme **WCAG 2.2 – 1.4.9 (AAA)**.

RF4: Todas as **imagens informativas** devem possuir `alt` descritivo; quando houver figura em destaque, deve-se usar `figcaption` legível (sem opacidade) para reforçar a compreensão.

RF5: Links e botões devem apresentar **estados de *hover/focus* consistentes**, mantendo o contraste do texto em nível AAA e sem reduzir contraste por opacidade (`ring/50`, `text-opacity`, `opacity`).

RF6: O conteúdo deve empregar **HTML semântico** (hierarquia `h1→h2→h3`, rótulos claros em links/botões), garantindo compatibilidade com leitores de tela.

RF7: O sistema deve **organizar o conteúdo por rotas** (Home, Scratch, Metodologia, Materiais, Referências, Sobre e Sobre Nós) e oferecer **atalhos de navegação** locais (botões “Voltar”, âncoras internas na página do Scratch).

RF8: Links para sites externos devem **abrir em nova aba**, além de possuírem **indicação visual** para reconhecimento.

3.1.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais, de acordo com ([SOMMERVILLE, 2010](#)), ”são restrições nos serviços ou funções oferecidas pelo sistema. Elas incluem restrições de tempo, restrições no processo de desenvolvimento e restrições impostas por padrões. Requisitos não funcionais geralmente se aplicam ao sistema todo, em vez de recursos ou serviços individuais do sistema“. Abaixo estão listados alguns dos principais requisitos não funcionais:

- O sistema deve funcionar corretamente nos principais navegadores modernos (Chrome, Firefox, Edge e Safari);
- O sistema deve estar em conformidade com as diretrizes da WCAG 2.2 (nível AA), garantindo acesso a pessoas com deficiência visual, auditiva, motora e cognitiva;
- O tempo de resposta para carregamento de qualquer página não deve ultrapassar 8 segundos em conexão padrão;
- O sistema deve ser responsivo, adaptando-se a diferentes tamanhos de tela (celulares, tablets, computadores);
- O sistema deve estar preparado para suportar crescimento no número de usuários sem perda significativa de desempenho;
- A interface do sistema deve ser intuitiva e de fácil uso, com menus simples e orientações visuais claras.

3.2 Tecnologias

A implementação do sistema foi realizada utilizando as linguagens de programação JavaScript, HTML e CSS, com o apoio dos frameworks React e Tailwind CSS, que contribuíram para uma estrutura mais organizada, moderna e responsiva do projeto.

3.2.1 React

O React é uma biblioteca JavaScript de código aberto, voltada para a construção de interfaces de usuário interativas e eficientes. Ele permite a criação de componentes reutilizáveis, cada um com seu próprio estado, facilitando o desenvolvimento de aplicações web dinâmicas. Com uma abordagem declarativa, o React atualiza e renderiza de forma otimizada apenas os componentes afetados pelas mudanças nos dados, proporcionando uma experiência de usuário fluida e responsiva ([React Team, 2024](#)).

3.2.2 React Router

O React Router é uma biblioteca complementar ao React que permite a implementação de navegação entre diferentes páginas ou seções de uma aplicação de página única (SPA – Single Page Application). Por meio do React Router, é possível definir rotas que associam caminhos da URL a componentes específicos da interface, sem que seja necessário recarregar a página inteira a cada mudança de rota (página). Essa abordagem melhora a organização do código, promove a reutilização de componentes e proporciona uma experiência de navegação contínua e fluida para o usuário ([React Training, 2024](#)).

3.2.3 Tailwind CSS

O Tailwind CSS é um framework CSS de código aberto que adota uma abordagem "utility-first", permitindo a construção de interfaces personalizadas diretamente no HTML. Em vez de fornecer componentes pré-estilizados, como botões ou formulários, o Tailwind oferece classes utilitárias de propósito único que podem ser combinadas para criar qualquer design desejado ([Tailwind Labs, 2025](#)).

3.2.4 HTML

O HyperText Markup Language ([HTML](#)) é a linguagem de marcação padrão para a criação de páginas e aplicações web. Ele define a estrutura e o conteúdo dos documentos na web por meio de elementos semânticos, como títulos, parágrafos, listas, links, imagens e tabelas. Esses elementos orientam os navegadores sobre como exibir as informações, sendo a base sobre a qual são aplicados estilos com CSS e comportamentos com JavaScript ([MDN Web Docs, 2025b](#)).

3.2.5 CSS

O Cascading Style Sheets ([CSS](#)) é a linguagem de estilo utilizada para definir a aparência e o layout de documentos HTML. Com ele, é possível controlar aspectos visuais como cores,

tamanhos, fontes, espaçamentos, posicionamentos, responsividade e animações. O CSS separa o conteúdo da apresentação, promovendo uma estrutura de desenvolvimento mais organizada e reutilizável ([MDN Web Docs, 2025a](#)).

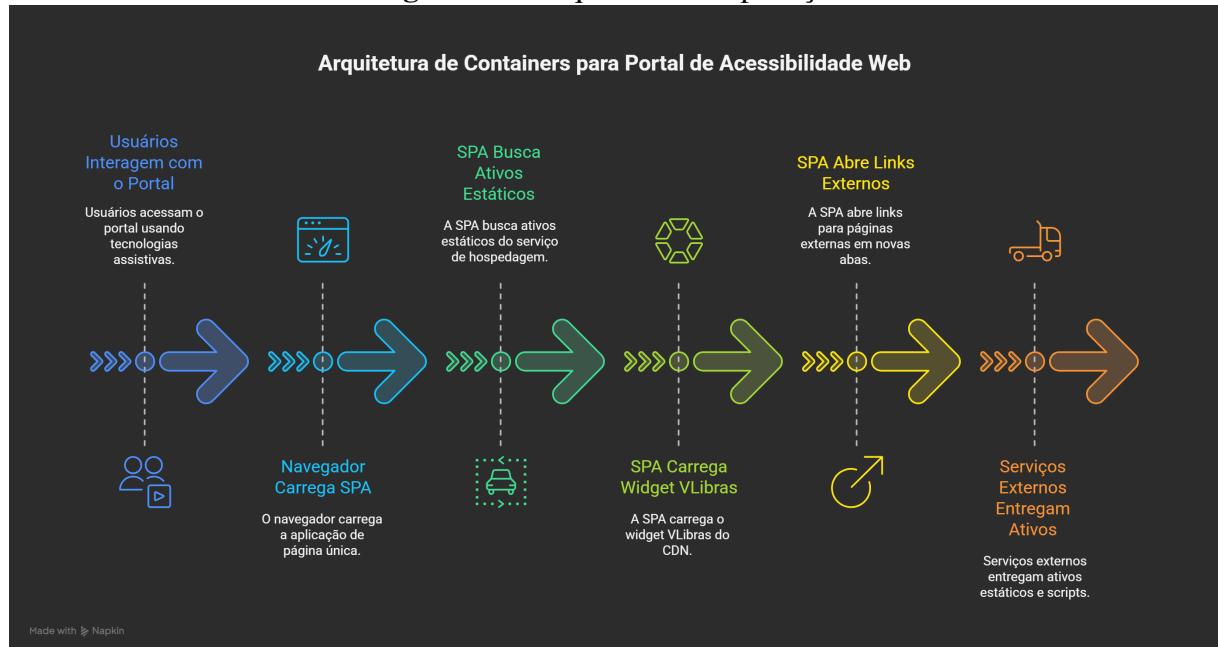
3.2.6 JavaScript

O JavaScript é uma linguagem de programação de alto nível, interpretada, orientada a objetos e amplamente utilizada no desenvolvimento web para tornar as páginas interativas e dinâmicas. É uma das tecnologias fundamentais da web, ao lado do HTML e do CSS, e permite manipular o conteúdo da página, responder a eventos do usuário e interagir com servidores de forma assíncrona ([MDN Web Docs, 2025c](#)).

3.3 Arquitetura

Uma arquitetura bem estruturada deve separar claramente os módulos, de modo que cada um seja responsável por uma função específica, o que garante flexibilidade e facilita a manutenção futura. Essa abordagem é destacada por Bass, Clements e Kazman (2012). O esquema do funcionamento da aplicação pode ser observado na Figura 3.1.

Figura 3.1: Arquitetura da aplicação.



Fonte: elaborada pelo autor.

A arquitetura do portal web foi concebida como uma SPA em React, estilizada com Tailwind CSS, priorizando simplicidade de distribuição e desempenho no tempo de carregamento. O fluxo inicia quando os usuários interagem com o portal, utilizando navegadores e tecnologias assistivas, como leitores de tela e tradutores de Libras. Esses eventos disparam interações de UI (Interface do Usuário), tratadas pela camada de apresentação, responsável por atualizar o estado

local e renderizar componentes sem recarregar a página inteira — garantindo responsividade e continuidade de contexto.

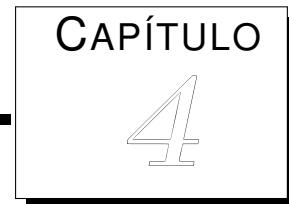
O navegador então carrega a aplicação SPA, que realiza a busca e o carregamento dos ativos estáticos (imagens, ícones, folhas de estilo e scripts) diretamente do serviço de hospedagem. Em seguida, a SPA inicializa o widget VLibras, requisitando-o a partir de sua Content Delivery Network ([CDN](#)), o que permite a tradução de conteúdos textuais para Libras dentro da própria página.

Durante a navegação, o roteador cliente gerencia as rotas internas — “Home”, “Scratch”, “Metodologia”, “Materiais”, “Referências”, “Sobre” e “Sobre Nós” — ativando o módulo de página correspondente conforme o usuário interage. Cada módulo encapsula suas responsabilidades (layout, lógica e conteúdo), promovendo baixo acoplamento e alta coesão. Quando o usuário seleciona um link externo, a SPA abre a página em uma nova aba, preservando o contexto da navegação principal.

Por fim, serviços externos entregam os ativos e scripts necessários para o funcionamento do portal — incluindo o CDN do VLibras, páginas de referência e o cache do navegador. Esses serviços reduzem latência e tráfego redundante, enquanto o cache melhora o tempo de resposta em visitas subsequentes.

A camada de acessibilidade permeia todo o portal e atende aos critérios 1.4.6 (Contraste Reforçado – AAA) e 1.4.9 (Imagens de Texto – AAA) da WCAG 2.2. Para isso, aplica estilos de alto contraste, evita imagens com texto e prioriza elementos semânticos, assegurando legibilidade, escalabilidade e compatibilidade com tecnologias assistivas.

O processo de construção e implantação utiliza Vite para empacotamento e otimizações (code splitting, minificação e pré-carregamento de rotas), resultando em um conjunto de artefatos estáticos facilmente implantáveis em plataformas de hospedagem estática. Essa organização modular — interação, carregamento, ativos, acessibilidade e serviços externos — assegura manutenção facilitada, evolução incremental e uma experiência de uso acessível e consistente em todo o portal.



Aplicação

Este capítulo apresenta o **portal web acessível** desenvolvido como produto deste trabalho, detalhando sua arquitetura, tecnologias e as adaptações realizadas para atender aos critérios de acessibilidade da WCAG 2.2.

Todo o código-fonte do portal, bem como sua arquitetura, rotas e estrutura, está disponível em repositório público no GitHub: [accessible-education-portal](#). Esse repositório consolida a parte prática do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e permite a verificação independente das implementações de acessibilidade descritas neste capítulo.

O portal foi concebido como parte prática da pesquisa, com o propósito de **demonstrar a aplicação real de diretrizes de acessibilidade digital em um ambiente educacional voltado ao ensino inclusivo de pessoas surdas**. Ele atua como um repositório de conteúdos didáticos, metodologias e exemplos de boas práticas, permitindo testar na prática as recomendações de acessibilidade discutidas nos capítulos anteriores.

A aplicação funciona também como um **protótipo experimental**, onde são aplicadas e avaliadas diretrizes de acessibilidade — com destaque para os critérios **1.4.6 Contraste Reforçado (AAA)** e **1.4.9 Imagens de Texto (AAA)**. Além desses, foi implementado o **widget VLibras**, que oferece tradução de conteúdo textual para Libras, ampliando a acessibilidade comunicativa do portal.

4.1 Tecnologias e arquitetura

A aplicação foi construída como uma SPA desenvolvida em **React** (com Vite) e estilizada com **Tailwind CSS**, priorizando leveza, modularidade e velocidade de carregamento. O roteamento entre seções — “Home”, “Scratch”, “Metodologia”, “Materiais”, “Referências”, “Sobre” e “Sobre Nós” — é realizado com `react-router-dom`, sem recarregar a página inteira, garantindo fluidez e continuidade de navegação.

A arquitetura foi organizada em módulos independentes (interface, acessibilidade, ativos e serviços externos), conforme ilustrado na Figura 3.1, que apresenta o fluxo geral de interação entre o usuário, a aplicação e os serviços externos.

4.2 Integração do VLibras

O **VLibras** é uma ferramenta oficial do Governo Federal que traduz conteúdos textuais em Libras, permitindo que pessoas surdas compreendam melhor as informações disponíveis na web. Ele é disponibilizado como um *widget* hospedado e pode ser incorporado à página por meio de um contêiner HTML e um *script* público de inicialização.¹

Código 4.1: Integração do VLibras na aplicação

```
<!-- Container do widget -->
<div vw class="enabled">
    <div vw-access-button class="active"></div>
    <div vw-plugin-wrapper>
        <div class="vw-plugin-top-wrapper"></div>
    </div>
</div>

<!-- Script hospedado e inicialização -->
<script
    src="https://vlibras.gov.br/app/vlibras-plugin.js"></script>
<script>
    new window.VLibras.Widget ('https://vlibras.gov.br/app');
</script>
```

Observações de projeto. (a) O *widget* é um serviço externo pronto: o sistema hospeda apenas o contêiner e referencia o *script*; (b) o VLibras apoia a *compreensão* de conteúdo textual por meio de avatar em Libras; (c) a identidade visual do botão do VLibras foi preservada para não comprometer a descoberta e a usabilidade do recurso.

A Figura 4.1 apresenta a aplicação com o *widget* VLibras ativado na página inicial, mostrando sua posição na interface e o comportamento do avatar de tradução.

¹Documentação e *script* público: <<https://vlibras.gov.br/app/>>

Figura 4.1: Integração do VLibras na página inicial.



Fonte: Portal acessível do autor.

4.3 Estratégia de acessibilidade (WCAG 2.2)

Esta seção descreve, por critério, o que foi feito na interface, apresenta a evidência visual correspondente e registra as decisões de design adotadas. O foco recai nos critérios **1.4.6 Contraste Reforçado (AAA)** e **1.4.9 Imagens de Texto (AAA)**. A medição do contraste segue a fórmula oficial da WCAG (Seção 4.3.1) e os pares efetivamente usados estão resumidos na Tabela 4.1.

Antes de apresentar os exemplos visuais, a seguir são sintetizados os requisitos principais aplicados durante o desenvolvimento.

Requisitos resumidos

- **1.4.6 (AAA) — Contraste de texto.** Para *texto normal*, a razão de contraste deve ser $\geq 7:1$. Para *texto grande* (aprox. ≥ 24 px regular ou ≥ 19 px em negrito), admite-se $\geq 4,5:1$. A definição e o cálculo da razão são apresentados na Seção 4.3.1.
- **1.4.9 (AAA) — Imagens de texto.** Evitar usar imagens que contenham texto quando é possível obter o mesmo efeito com *HTML + CSS*. Exceção: *logotipos* (marcas nominativas).

Decisões de design aplicadas

1. **Paleta segura (texto/fundo).** Revisão de pares *texto vs. fundo* em títulos, parágrafos, botões, links e legendas, garantindo AAA ($\geq 7:1$) no estado normal e no *hover*.
Exemplos: títulos #5C1EB3 sobre #F5F4FF ($\approx 8,41:1$); parágrafos #000000 sobre #F5F4FF ($> 15:1$).

2. **Texto de botões/links mais escuro.** Em superfícies lilás/roxas (#CFA6FF etc.), adotou-se #1F0F3D no texto, garantindo AAA.
Exemplo: text #1F0F3D sobre bg #CFA6FF $\Rightarrow \approx 8,84:1$ (AAA).
3. **Substituição de imagens de texto.** Títulos e rótulos que antes poderiam ser exportados como imagem foram mantidos como **texto real**, estilizado via CSS (sombra, *tracking*, *weight*), atendendo ao critério **1.4.9** e preservando contraste de acordo com **1.4.6**.
4. **Imagens decorativas vs. informativas.** Elementos puramente decorativos foram mantidos sem sobrepor texto; quando necessário, as legendas (*figcaptions*) utilizam cor sólida de alto contraste (sem opacidade), garantindo AAA.

1.4.6 (AAA) — Contraste Reforçado

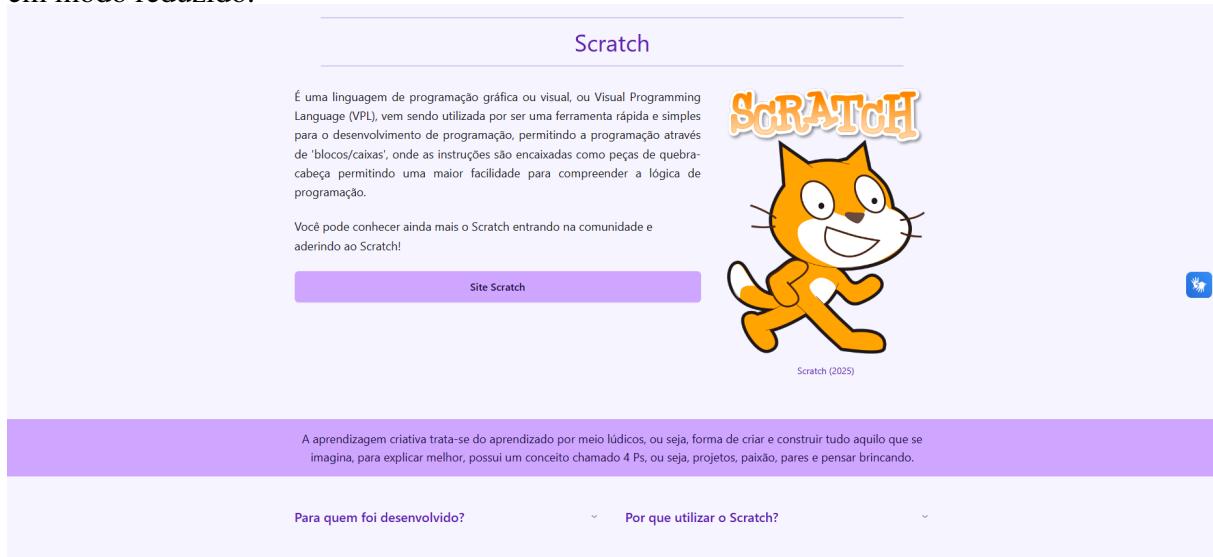
Foi revisado todos os pares *text vs. background* de títulos, parágrafos, botões e links, incluindo estados de interação (*hover/focus*), para atingir AAA ($\geq 7:1$) no texto normal. Ajustes principais: (i) paleta segura para fundo e texto; (ii) escurecimento do texto em botões/links sobre superfícies lilás/roxas; (iii) verificação dos estados de interação.

1.4.9 (AAA) — Imagens de Texto

Foram substituídos rótulos e títulos que poderiam ser exportados como imagem por **textos reais** (HTML + CSS). Exceção apenas para logotipos (permitido pela norma).

A Figura 4.2 mostra a aplicação prática dessas diretrizes na rota *Scratch*, evidenciando o contraste entre títulos, botões e elementos interativos, além da presença do VLibras em modo reduzido na lateral da tela.

Figura 4.2: Página *Scratch*: contraste de texto em títulos/botões e disponibilidade do VLibras em modo reduzido.



Fonte: Portal acessível do autor.

Exemplos de implementação (HTML/Tailwind)

Código 4.2: Botão com AAA e *hover* seguro (1.4.6)

```
<button class="bg-[#CFA6FF] hover:bg-[#BF92FF] text-[#1F0F3D] font-medium ↵
  ↵ px-6 py-2 rounded
">
  Ação acessível
</button>
```

Código 4.3: Link sublinhado com contraste AAA (1.4.6)

```
<a href="https://scratch.mit.edu" target="_blank" rel="noopener noreferrer"
  class="underline decoration-2 underline-offset-2 text-[#1F0F3D] hover:text-[#3b2668]">
  Site do Scratch
</a>
```

Código 4.4: Título estilizado sem imagem de texto (1.4.9 + 1.4.6)

```
<h1 class="text-3xl md:text-4xl font-extrabold tracking-tight
  text-[#1F0F3D] drop-shadow-sm">
  Portal Inclusivo
</h1>
```

4.3.1 Medição de contraste

A razão de contraste é calculada pela fórmula oficial da WCAG:

$$\text{Contraste} = \frac{L_{\text{mais claro}} + 0,05}{L_{\text{mais escuro}} + 0,05},$$

em que L é a *luminância relativa* (intervalo 0 a 1). Para *texto normal*, adotou-se $\geq 7:1$ (nível AAA).

4.3.2 Pares de cores utilizados

A Tabela 4.1 resume os pares aplicados na interface final (valores aferidos).

Tabela 4.1: Amostra de pares de cores e respectivas razões de contraste

Elemento	Par (fg / bg)	Razão	WCAG
Títulos em destaque	#5C1EB3 / #F5F4FF	≈ 8,41:1	AAA
Texto em parágrafos	#000000 / #F5F4FF	> 15:1	AAA
Botão (normal)	#1F0F3D / #CFA6FF	≈ 8,84:1	AAA
Botão (<i>hover</i>)	#1F0F3D / #BF92FF	≈ 7,35:1	AAA
Botões topo (var.)	#1F0F3D / purple-300	≈ 9,95:1	AAA
Faixa de destaque (texto)	#1F0F3D / #CFA6FF	≈ 8,84:1	AAA

4.4 Ajustes por componentes e rotas

Componentes globais.

- **Cabeçalhos e rodapés:** títulos/links com contraste AAA; hierarquia de cabeçalhos preservada.
- **Botões e links:** padrão único de acessibilidade.

Rotas.

- **Home:** botões principais AAA; divisórias decorativas não interferem na leitura.
- **Scratch:** links e botões com contraste AAA; imagens com legendas legíveis; seção “Blocos” com textos de apoio.
- **Metodologia:** *figcaption* sem opacidade (contraste $\geq 7:1$); botão “Voltar” com contraste AAA.
- **Materiais:** links externos sublinhados; botões AAA; parágrafos com legibilidade ampliada.
- **Referências:** links em tom escuro (AAA).
- **Sobre e Sobre Nós:** revisão de parágrafos; botões AAA; imagens com legendas legíveis.

A Figura 4.3 exemplifica a rota *Metodologia*, destacando o contraste entre textos e fundos, bem como a disposição dos elementos e a acessibilidade dos botões.

Figura 4.3: Exemplo Rota Metodologia.

Metodologia

A metodologia adotada nesta pesquisa é de natureza descritiva e bibliográfica, tem como objetivo evidenciar o potencial do uso do Scratch como ferramenta auxiliar ao ensino de programação para alunos surdos.

O desenvolvimento da pesquisa foi organizado em 4 etapas:

- 1ª etapa:** constitui na revisão bibliográfica, com objetivo de encontrar trabalhos que abordam sobre o ensino de programação para alunos surdos e que envolvem o Scratch;
- 2ª etapa:** foi realizado o estudo das funcionalidades do Scratch, para a elaboração de um percurso explicativo sobre o seu funcionamento;
- 3ª etapa:** foi desenvolvido atividades exemplares para auxiliar a compreensão dos principais conceitos de programação;
- 4ª etapa:** ao final do projeto desenvolver um protótipo para disponibilizar este estudo.

Por fim, há a intenção de publicar os resultados desta pesquisa em periódicos científicos, a fim de contribuir com a disseminação do conhecimento na área.

Designed by Freepik

Fonte: Portal acessível do autor.

A Figura 4.4 ilustra a rota *Materiais*, com links externos sublinhados e botões acessíveis que mantêm contraste AAA mesmo em estados de interação.

Figura 4.4: Exemplo Rota Materiais.

Materiais

Este projeto é continuação da pesquisa sobre o uso de tecnologias inclusivas no ensino de programação para estudantes surdos no Brasil. Que resultou no artigo intitulado "Um Panorama das Tecnologias Inclusivas no Ensino de Programação para Alunos Surdos no Brasil", publicado nos Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2024).

O artigo apresenta os resultados de um mapeamento sistemático voltado à identificação de metodologias propostas para o ensino de programação a alunos surdos no país. A pesquisa oferece um panorama das tecnologias inclusivas disponíveis, servindo como guia para professores, estudantes e pesquisadores em busca de soluções acessíveis no processo de ensino.

Clique aqui para acessar o artigo completo:

[Acesse o Artigo](#)

Durante a pesquisa, encontramos um conjunto de livros didáticos voltados para o ensino de lógica de programação. Esses materiais apresentam o conteúdo de forma clara e acessível, com diversos exercícios e jogos que tornam o aprendizado mais divertido e prático. Eles estão disponíveis em um site do Google, acessível pelo link abaixo:

[Acesse os Livros Didáticos](#)

<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/31520>

Fonte: Portal acessível do autor.

4.5 Validação e testes

Contraste (1.4.6). Os pares da Tabela 4.1 atendem ao critério 1.4.6 (AAA) para *texto normal*. Títulos sobre faixas coloridas foram mantidos como *texto grande* ($\geq 24 \text{ px}$), garantindo os limiares de 4,5:1/7:1, conforme aplicável.

Imagens de texto (1.4.9). Elementos textuais foram implementados como **texto real** em HTML/CSS (em vez de imagens). Logotipos permanecem como exceção permitida.

VLibras. O *widget* está disponível em todas as páginas, com botão de acesso preservado e sem interferir no conteúdo textual.

4.6 Síntese

A aplicação integra o VLibras como apoio em Libras e cumpre os critérios **1.4.6 (AAA)** e **1.4.9 (AAA)** por meio de ajustes sistemáticos de cor, contraste e uso de **texto real** em lugar de imagens de texto. Os padrões adotados — paleta segura, botões/links AAA e estilização tipográfica sem imagens de texto — foram replicados em todas as rotas, elevando a consistência e a qualidade de acesso do conteúdo.



Resultados

Este capítulo comprova os resultados obtidos com a implementação dos recursos de acessibilidade no portal web desenvolvido, com destaque para a **integração do widget VLibras** e para a **conformidade com os critérios 1.4.6 (AAA) e 1.4.9 (AAA)** da WCAG 2.2.

Cada critério é analisado separadamente, com descrição do que foi implementado, evidências visuais e medições, exemplos em tela e impactos na experiência de uso, demonstrando a conformidade técnica e funcional alcançada.

Adicionalmente, o capítulo **evidencia o alcance dos objetivos específicos** (Cap. 1.4): aplicação prática dos critérios 1.4.6 e 1.4.9, verificação funcional do VLibras em todas as rotas e consolidação de diretrizes reutilizáveis a partir das evidências obtidas.

5.1 Visão geral

A aplicação foi revisada para garantir dois aspectos fundamentais de acessibilidade:

- (i) **Tradução em Libras**, viabilizada pela integração do VLibras, que possibilita a compreensão textual por usuários surdos; e
- (ii) **Melhoria sistemática da legibilidade visual**, atingida por meio de contrastes de cor reforçados e substituição de imagens de texto por texto real, conforme a WCAG 2.2.

Em especial, os critérios **1.4.6 Contraste Reforçado (AAA)** e **1.4.9 Imagens de Texto (AAA)** foram aplicados de maneira prática e mensurável em toda a interface.

5.2 Procedimento de verificação

A validação dos resultados foi realizada por inspeção manual da interface final do portal, composta pelas rotas *Home*, *Scratch*, *Metodologia*, *Materiais*, *Referências*, *Sobre* e *Sobre Nós*.

Para cada rota foram verificados:

- **Contraste de texto e fundo** em todos os elementos (texto normal, títulos, botões e estados de interação), conforme a fórmula oficial da WCAG (Capítulo 4);
- **Ausência de imagens contendo texto**, assegurando que rótulos, botões e títulos fossem renderizados como **texto real** (HTML + CSS), atendendo ao critério 1.4.9.

Os principais pares de cores e suas respectivas razões de contraste foram listados na Tabela 4.1 (Capítulo 4), comprovando matematicamente o atendimento ao critério AAA.

5.3 Resultados por critério

Antes de detalhar as rotas e componentes, a Tabela 5.1 apresenta um **resumo consolidado da conformidade** de cada critério avaliado. Nela, observa-se que ambos os critérios foram plenamente atendidos, com exemplos práticos que ilustram as melhorias aplicadas.

Tabela 5.1: Síntese de conformidade por critério avaliado (WCAG 2.2)

Critério	Status e evidência
1.4.6 Contraste Reforçado (AAA) — texto normal $\geq 7:1$	Atendido. Exemplos: #1F0F3D sobre #CFA6FF $\approx 8,84:1$; #1F0F3D sobre #BF92FF (hover) $\approx 7,35:1$; títulos #5C1EB3 sobre #F5F4FF $\approx 8,41:1$.
1.4.9 Imagens de Texto (AAA) — usar texto real em vez de imagem	Atendido. Títulos, rótulos e botões renderizados como HTML + CSS , sem uso de imagens contendo texto; logotipos mantidos como exceção permitida.

Discussão. Os dados da Tabela 5.1 demonstram que o portal atingiu o nível AAA de conformidade nos dois critérios. O contraste de cores ultrapassa o limite mínimo exigido pela WCAG (7:1), garantindo legibilidade inclusive para usuários com baixa visão. Já a eliminação de imagens com texto favorece tecnologias assistivas, como leitores de tela e ferramentas de ampliação, mantendo o conteúdo textual acessível e escalável.

5.4 Resultados por rota e componentes

Esta seção apresenta o comportamento do portal em cada uma das rotas principais, evidenciando a aplicação prática dos critérios **1.4.6 Contraste Reforçado (AAA)** e **1.4.9 Imagens de Texto (AAA)**. Em todas as telas, observa-se o uso de texto real em vez de imagens e o contraste seguro entre elementos de interface, além da presença constante do *widget* VLibras.

Rota Home

A página inicial (Figura 5.1) concentra o primeiro contato do usuário com o portal. Nela, os títulos principais utilizam **texto real em negrito** com contraste superior a 7:1, conforme as diretrizes AAA. Os botões “Sobre o Projeto”, “Scratch”, “Metodologia” e “Materiais” seguem o mesmo padrão de acessibilidade, com texto escuro sobre fundo lilás e variação de cor no *hover*. O **VLibras** está visível na lateral direita, garantindo acesso imediato à tradução em Libras desde o início da navegação.

Figura 5.1: Rota *Home*: títulos e botões com contraste AAA e presença do VLibras.



Fonte: portal acessível do autor.

Rota Scratch

A Figura 5.2 mostra a rota *Scratch*, onde o portal apresenta o manual visual da plataforma Scratch. Os títulos principais e subtítulos (ex.: “Manual do Scratch”, “Página Inicial”) foram renderizados como **texto real**, evitando o uso de imagens de texto e garantindo conformidade com o critério 1.4.9. Além disso, os blocos de navegação superiores seguem o padrão de contraste AAA, preservando a legibilidade mesmo sobre fundo colorido.

Figura 5.2: Rota Scratch: aplicação dos critérios 1.4.6 e 1.4.9, com títulos em texto real e contraste reforçado.

The screenshot shows the main page of the Scratch website. At the top, there is a dark purple header bar with four tabs: "Página Inicial" (highlighted in light purple), "Página de Criação", "Blocos de Programação", and "Área de Script". Below the header, the title "Manual do Scratch" is displayed in bold black font. A descriptive paragraph follows, explaining the purpose of the manual. Underneath, a large blue banner with the text "Página Inicial" in white serves as a call-to-action. To the right of the banner, there is a small blue icon of a hand pointing upwards. The main content area features a screenshot of the Scratch interface with various projects and blocks, accompanied by explanatory text about the homepage's interactivity and design.

Fonte: portal acessível do autor.

Rota Metodologia

Na rota *Metodologia* (Figura 5.3), o foco é a descrição do processo de desenvolvimento e etapas da pesquisa. A cor de fundo clara, combinada ao texto escuro, assegura contraste superior a 15:1. O título “Metodologia” e as etapas numeradas são implementados em texto real e seguem o padrão AAA. A imagem decorativa à direita possui legenda com alto contraste e não interfere na leitura, cumprindo também o critério 1.4.9.

Figura 5.3: Rota Metodologia: contraste alto entre texto e fundo e uso de texto real em títulos e descrições.

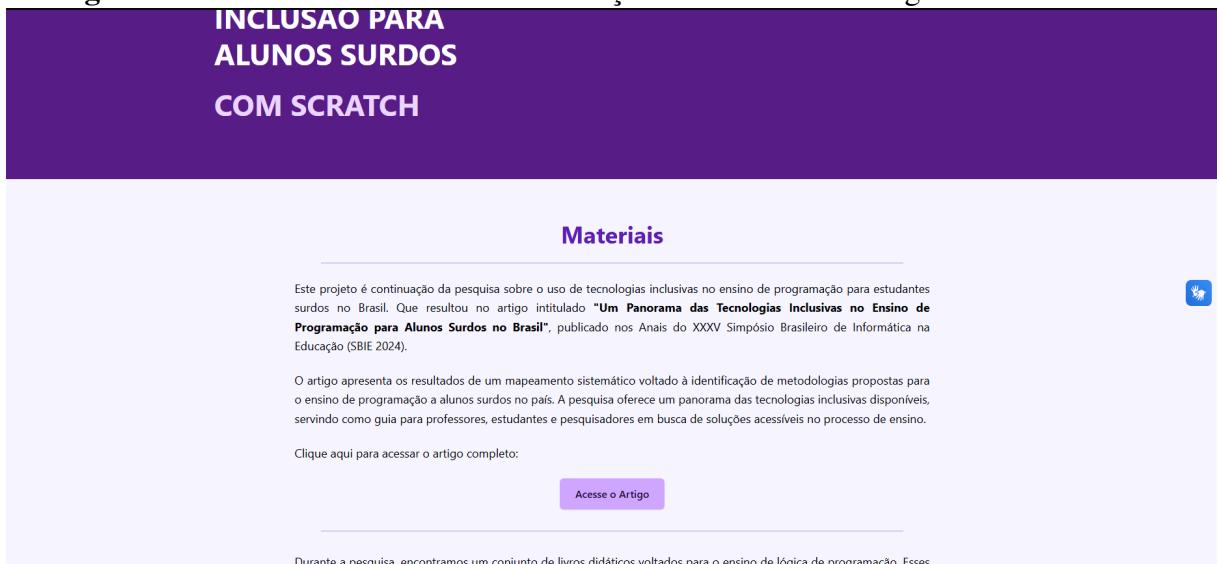
The screenshot shows the "Metodologia" section of the website. The background is white, and the text is in a dark color, creating a high contrast ratio. The title "Metodologia" is centered at the top in a bold, dark font. Below the title, there is a paragraph of text describing the methodology used in the research. To the right of the text, there is a decorative illustration of hands interacting with gears and a lightbulb, symbolizing ideas and processes. At the bottom of the section, there is a horizontal line with two small paragraphs of text describing the research process in four steps. The entire section is framed by a dark purple border at the top and bottom.

Fonte: portal acessível do autor.

Rota Materiais

A Figura 5.4 apresenta a rota *Materiais*, que reúne artigos e referências sobre acessibilidade e ensino de programação. O título principal e os parágrafos seguem contraste AAA, e o botão “Acesse o Artigo” mantém contraste estável no estado normal e em *hover*. Todos os textos são nativos em HTML e estilizados com Tailwind CSS, sem uso de imagens de texto.

Figura 5.4: Rota *Materiais*: contraste reforçado e ausência de imagens contendo texto.



Fonte: portal acessível do autor.

Rota Sobre o Projeto

A Figura 5.5 exibe a rota *Sobre o Projeto*, que apresenta o contexto da pesquisa e a motivação do portal. O cabeçalho utiliza um bloco roxo intenso (#5C1EB3) com tipografia clara e de alto peso visual, atingindo contraste de aproximadamente 8,4:1 (AAA). Os parágrafos mantêm espaçamento adequado e fonte legível, garantindo leitura fluida e sem sobreposição com elementos visuais.

Figura 5.5: Rota *Sobre o Projeto*: cabeçalho com contraste AAA e parágrafos em texto real.



Fonte: portal acessível do autor.

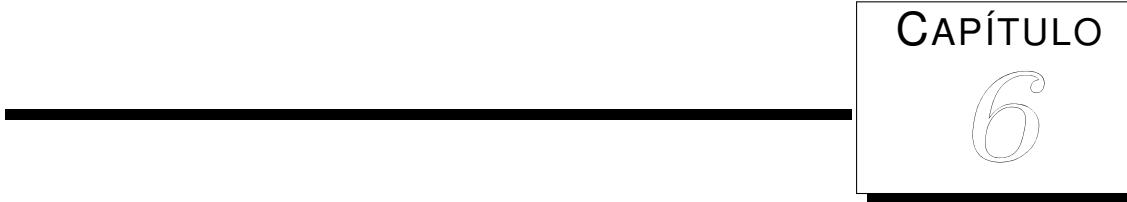
5.5 Integração do VLibras

O *widget* VLibras foi incorporado globalmente, sem alterar a estrutura semântica do HTML. O botão flutuante mantém a identidade visual original e não conflita com elementos interativos. A Figura 4.1 demonstra o VLibras ativo na página inicial, com o avatar de tradução em Libras posicionado sobre o conteúdo.

5.6 Impacto percebido

A análise dos resultados comprova que o portal alcançou o objetivo proposto: **integrar o VLibras e atender aos critérios 1.4.6 e 1.4.9 da WCAG 2.2**. Os contrastes adequados e o uso de texto real elevaram a legibilidade e a compatibilidade com tecnologias assistivas; já o VLibras ampliou a acessibilidade comunicativa, permitindo a compreensão dos conteúdos por pessoas surdas.

Dessa forma, o portal se consolida como um ambiente experimental acessível, funcional e alinhado às diretrizes internacionais de acessibilidade web.



CAPÍTULO 6

Conclusão

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de uma aplicação Web de apoio ao ensino de programação com foco em inclusão de estudantes surdos. As entregas concretas foram a integração do *widget* VLibras — disponível em todas as rotas — e a aplicação de requisitos da WCAG 2.2 estritamente nos critérios **1.4.6 Contraste Reforçado (AAA)** e **1.4.9 Imagens de Texto (AAA)**. Na prática, todo o conteúdo relevante foi mantido como texto real (HTML/CSS), evitando imagens que representem texto; e os pares de cor texto/fundo foram revistos para garantir razão de contraste $\geq 7:1$ em texto normal, preservando esse nível também nos estados de *hover*.

A solução foi construída como SPA com **React** (Vite) e **Tailwind CSS**, utilizando `react-router-dom` para o roteamento. O VLibras foi incorporado via *script* hospedado oficial, respeitando a identidade visual do botão e sem interferir na ordem de foco da página. Os componentes foram organizados com textos alternativos (`alt`) e legendas legíveis para imagens, alinhando o front-end às boas práticas de acessibilidade visual.

Durante o desenvolvimento, as principais dificuldades estiveram na medição e manutenção do contraste em diferentes contextos da interface — incluindo estados de *hover* — e na garantia de consistência das decisões de cor e tipografia entre rotas e componentes. A integração de um *script* externo (VLibras) exigiu atenção a questões de carregamento e possíveis bloqueios por extensões do navegador.

Como continuidade, recomenda-se ampliar a cobertura de acessibilidade para além dos critérios implementados, priorizando navegação por teclado e foco visível (p. ex., 2.4.7) e contraste de elementos não textuais (1.4.11). Também é desejável oferecer alternativas multimídia (legendas e transcrições) quando houver conteúdo audiovisual e realizar testes com usuários surdos e docentes para validar a utilidade pedagógica e orientar refinamentos.

Como trabalho futuro, propõe-se a realização de uma avaliação com usuários — es-

pecialmente estudantes surdos e docentes — a fim de mensurar a usabilidade, a legibilidade e o apoio comunicativo proporcionados pelo portal. Essa avaliação utilizará o instrumento apresentado no Apêndice A, composto por seções sobre usabilidade, funcionalidades, desempenho e acessibilidade. O formulário contempla tarefas guiadas nas rotas principais (Home, Scratch, Metodologia e Materiais) e itens em escala do tipo Likert, abordando aspectos como contraste, clareza tipográfica, facilidade de navegação e utilidade do VLibras. Espera-se, com isso, reunir indicadores quantitativos (médias e dispersões por critério) e feedback qualitativo dos participantes, de modo a orientar aprimoramentos futuros na interface e na experiência do usuário.



APÊNDICE

A

Formulário de avaliação do portal

Nome: _____

Ocupação/Perfil: _____

Data: _____

Tecnologias assistivas que você utiliza (se houver): _____

1. Usabilidade

0.1 Como você avalia a facilidade de uso do portal?

- Muito difícil
- Difícil
- Neutra
- Fácil
- Muito fácil

0.2 Você consegue localizar as informações desejadas sem esforço excessivo?

- Nunca
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

0.3 O texto está legível (tamanho, espaçamento, fonte)?

- Muito ruim
- Ruim
- Adequado
- Bom
- Excelente

0.4 Há algo que você mudaria na interface para melhorar a navegação? Se sim, o que?

2. Funcionalidades

0.1 As funcionalidades do portal atendem às suas expectativas?

- Não atendem
- Atendem parcialmente
- Atendem totalmente

0.2 Há alguma funcionalidade que você considera importante adicionar ou aprimorar? Qual?

3. Desempenho

0.1 Como você avalia o desempenho (tempo de resposta e fluidez)?

- Muito insatisfatório
- Insatisfatório
- Neutro
- Satisfatório
- Muito satisfatório

0.2 Você percebeu lentidão, travamentos ou erros? Se sim, descreva-os (em qual página/ação).

4. Acessibilidade

0.1 O contraste entre texto e fundo facilitou a leitura (em todas as páginas e estados como *hover*)?

- Muito ruim
- Ruim
- Adequado
- Bom
- Excelente

0.2 Os links e botões ficam claramente destacados quando você passa o mouse (*hover*)?

- Nunca
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

0.3 As imagens e ícones possuem descrições úteis (texto alternativo/legenda) quando necessário?

- Nunca
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

0.4 O VLibras foi útil para compreender o conteúdo?

- Não utilizei
- Usei e não ajudou
- Usei e ajudou parcialmente
- Usei e ajudou bastante

0.5 O botão/controle do VLibras é fácil de encontrar e não atrapalha a navegação?

- Discordo totalmente
- Discordo

- Neutro
- Concordo
- Concordo totalmente

0.6 Em algum momento a cor foi o **único** meio de transmitir informação (sem ícone, texto ou rótulo de apoio)?

- Sim
- Não
- Não sei dizer

0.7 Comentários sobre acessibilidade (pontos positivos, problemas encontrados e sugestões):

5. Sugestões adicionais

Caso tenha outras sugestões ou comentários, por favor, descreva abaixo:

Referências Bibliográficas

- BASTOS, M. I. d. S. R. *Inclusão digital e social de pessoas com deficiência: textos de referência para monitores de telecentros*. Brasília: UNESCO, 2009. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000160012>>.
- BONILLA, M. H. S.; PRETTO, N. D. L. *Inclusão Digital: Políticas Públicas e as Desigualdades Sociais*. Salvador: Edufba, 2009. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/qfgmr/pdf/bonilla-9788523212063.pdf>>.
- BRASIL. *Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005: Regulamenta a Lei nº 10.436/2002 (Libras) e o art. 18 da Lei nº 10.098/2000*. 2005. Diário Oficial da União. Acessado em: 16 out. 2025. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm>.
- CASTELLS, M. *A Sociedade em Rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999. Volume 1 da trilogia *A Era da Informação*.
- CETIC.BR. *Estudos Setoriais: Acessibilidade e Tecnologias*. 2020. Disponível em: <<https://cetic.br/media/docs/publicacoes/7/20200528104403/estudos-setoriais-acessibilidade-e-tecnologias.pdf>>.
- ECHEVERRÍA, J. *Los señores del aire: Telépolis y el Tercer Entorno*. Barcelona: Destino, 2001. ISBN 8423332851.
- HARVEY, D. *Condição Pós-Moderna*. São Paulo: Loyola, 1992. Tradução brasileira de *The Condition of Postmodernity* (1989).
- HERAS, B. D. L. O espaço digital. *Ciência da Informação*, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, v. 29, n. 2, p. 189–198, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ci/a/gPYYvnFkpFYfJGmqpVgk8HF/>>.
- LÉVY, P. *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34, 1999. ISBN 8573261269.
- MDN Web Docs. *CSS: Cascading Style Sheets*. 2025. Acesso em: 24 maio 2025. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/CSS>>.
- MDN Web Docs. *HTML: HyperText Markup Language*. 2025. Acesso em: 24 maio 2025. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/HTML>>.
- MDN Web Docs. *JavaScript*. 2025. Acesso em: 24 maio 2025. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript>>.

Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos (MGI); Universidade Federal da Paraíba (UFPB). *Projeto VLibras*. 2023. Governo Federal do Brasil. Acessado em: 17 out. 2025. Disponível em: <<https://www.vlibras.gov.br/>>.

PASSERINO, L. M.; MONTARDO, S. P. Inclusão social via acessibilidade digital: proposta de inclusão digital para pessoas com necessidades especiais. *Revista Informática na Educação: teoria e prática*, UFRGS, v. 10, n. 1, p. 71–84, 2007. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/228336691>>.

React Team. *Documentação Oficial do React*. 2024. Acesso em: 24 maio 2025. Disponível em: <<https://pt-br.legacy.reactjs.org/>>.

React Training. *React Router Documentation*. 2024. Available at: <<https://reactrouter.com/>> [Accessed July 22, 2025].

SANTOS, M. *A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção*. São Paulo: Hucitec, 1996.

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 9. ed. São Paulo: Pearson Education, 2010.

Tailwind Labs. *Tailwind CSS Documentation*. 2025. Acesso em: 24 maio 2025. Disponível em: <<https://tailwindcss.com/docs>>.

TANGARIFE, T.; MONT' ALVÃO, C. *Estudo Comparativo Utilizando uma Ferramenta de Avaliação de Acessibilidade para Web*. 2005. 315–317 p. Estudo exploratório com a ferramenta "da Silva" comparando recomendações W3C/WAI e Governo Eletrônico na homepage da Eletrobrás; resultados indicam discrepâncias entre erros e avisos por prioridade; recomenda combinação de validação automática e inspeção humana.

W3C, W. W. W. C. *Web Content Accessibility Guidelines WCAG 2.2*. 2024. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/WCAG22/>>.

WARSCHAUER, M. *Tecnologia e inclusão social: a exclusão digital em debate*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2006. ISBN 9788573594744.

WebAIM. *The WebAIM Million: The 2025 report on the accessibility of the top 1,000,000 home pages*. 2025. Relatório anual. Aponta a persistência de falhas WCAG amplamente detectadas (incluindo baixo contraste de texto), evidenciando a baixa incorporação prática das diretrizes. Acessado em: 17 out. 2025. Disponível em: <<https://webaim.org/projects/million/>>.