



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TELEINFORMÁTICA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**JOSÉ AIRTON ARAÚJO ROCHA NETO**

**HANDSIGN: UMA FERRAMENTA PARA APOIO A ELABORAÇÃO DE  
DOCUMENTOS ACESSÍVEIS PARA SURDOS**

**FORTALEZA**

**2025**

JOSÉ AIRTON ARAÚJO ROCHA NETO

HANDSIGN: UMA FERRAMENTA PARA APOIO A ELABORAÇÃO DE DOCUMENTOS  
ACESSÍVEIS PARA SURDOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia De Computação do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia De Computação.

Orientador: Prof. Dr. José Marques Soares

FORTALEZA

2025

JOSÉ AIRTON ARAÚJO ROCHA NETO

HANDSIGN: UMA FERRAMENTA PARA APOIO A ELABORAÇÃO DE DOCUMENTOS  
ACESSÍVEIS PARA SURDOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia De Computação do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia De Computação.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. José Marques Soares (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Edílson Rocha Porfirio Filho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Hermany Rosa Vieira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho à minha família, pelo apoio,  
incentivo e amor incondicional em cada etapa  
desta jornada.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente aos meus pais e irmãos, pelo amor incondicional, apoio constante e por sempre acreditarem em mim. Aos meus amigos, por compartilharem os momentos difíceis e celebrarem as conquistas comigo. À minha namorada, pela paciência, companheirismo e incentivo ao longo dessa caminhada.

Expresso minha gratidão ao Prof. Dr. José Marques Soares, um excelente professor e orientador, por sua dedicação, pelos ensinamentos valiosos e pela confiança depositada em meu trabalho ao longo desta jornada.

Ao Doutorando em Engenharia Elétrica, Ednardo Moreira Rodrigues, e seu assistente, Alan Batista de Oliveira, aluno de graduação em Engenharia Elétrica, pela adequação do *template* utilizado neste trabalho para que o mesmo ficasse de acordo com as normas da biblioteca da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Por fim, agradeço ainda a todos que me acolheram e contribuíram com minha formação durante minha trajetória na UFC, especialmente nos projetos que tive a honra de participar, como o PET e o CENOPS. Sou grato por cada apoio, conselho e oportunidade recebida ao longo desse percurso.

If A is success in life, then A equals X plus Y plus Z. Work is X; Y is play; and Z is keeping your mouth shut.

(Albert Einstein)

## RESUMO

A aplicação proposta nesta pesquisa tem o intuito de ampliar a acessibilidade para pessoas surdas na leitura de documentos, tanto digitais quanto físicos. A aplicação web HandSign, permite a criação de documentos acessíveis, permitindo ao usuário inserir QR Codes vinculados a conteúdos em LIBRAS, como vídeos de tradução produzidos pelo próprio sistema, já integrado ao VLibras, ou vídeos externos hospedados no YouTube. Além disso, a ferramenta oferece a funcionalidade de inserção de versões simplificadas dos textos, em formato PDF, nas quais o usuário pode utilizar linguagem mais simples e objetiva, visando atender às necessidades de pessoas surdas que possuem o português como segunda língua. Neste trabalho foram discutidas a definição da arquitetura da aplicação, implementação das funcionalidades propostas, realização de testes funcionais, de acessibilidade, de estresse e de tolerância a falhas, além da coleta de opiniões de pessoas da comunidade surda para validação da aplicação e dos documentos gerados. Com os resultados, observou-se que o HandSign se apresenta como uma ferramenta prática, funcional e inclusiva, capaz de reduzir barreiras comunicacionais enfrentadas pela comunidade surda na leitura de documentos em diferentes meios.

**Palavras-chave:** Inclusão digital. Aplicação web. Acessibilidade. Surdez. Criação de documentos

## ABSTRACT

The application proposed in this research aims to enhance accessibility for deaf individuals when reading documents, both digital and printed. The web application HandSign enables the creation of accessible documents by allowing users to insert QR codes linked to LIBRAS content, such as translation videos produced by the system itself, already integrated with VLibras, or external videos hosted on YouTube. Additionally, the tool offers a feature for inserting simplified versions of the texts in PDF format, in which users can use simpler and more objective language to meet the needs of deaf people who have Portuguese as their second language. This work discusses the definition of the application's architecture, the implementation of the proposed functionalities, and the execution of functional, accessibility, stress, and fault tolerance tests, in addition to gathering feedback from members of the deaf community to validate the application and the documents generated. The results showed that HandSign presents itself as a practical, functional, and inclusive tool capable of reducing communication barriers faced by the deaf community when reading documents across different media.

**Keywords:** Digital inclusion. Web application. Accessibility. Deafness. Document creation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo da aplicação HandSign . . . . .	26
Figura 2 – Avatar do VLibras . . . . .	28
Figura 3 – Opções na barra de edição de documentos da aplicação HandSign, da esquerda para a direita: Traduzir o texto inteiro para LIBRAS, gravar a tela, gerar o PDF simplificado e inserir <i>link</i> para vídeo externo . . . . .	29
Figura 4 – Barra de edição de documentos da aplicação HandSign . . . . .	30
Figura 5 – Arquitetural da Aplicação HandSign . . . . .	31
Figura 6 – Tela de cadastro da aplicação HandSign . . . . .	36
Figura 7 – Tela inicial da aplicação HandSign . . . . .	37
Figura 8 – Tela de visualização e edição de documentos da aplicação HandSign . . . . .	37
Figura 9 – Tela de visualização e edição de documentos, com o VLIBRAS ativado . . . . .	38
Figura 10 – Tela de escolha da janela que o usuário deseja gravar, para gerar o QR Code . . . . .	39
Figura 11 – Tela da aplicação sendo gravada com a tradução acontecendo . . . . .	39
Figura 12 – Campo de entrada para o usuário enviar <i>link</i> do vídeo do Youtube, para gerar o QR Code . . . . .	40
Figura 13 – QR Code contendo <i>link</i> para vídeo gravado na aplicação ou externo . . . . .	40
Figura 14 – QR Code contendo <i>link</i> para PDF com Português simplificado . . . . .	41
Figura 15 – Google Lighthouse pronto para analisar a aplicação . . . . .	42
Figura 16 – Google Lighthouse com a pontuação do sistema em acessibilidade . . . . .	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre os artigos – características científicas e analíticas. . . . .	19
Tabela 2 – Comparação entre os artigos – características científicas e analíticas. . . . .	20
Tabela 3 – Comparação entre os artigos – características científicas e analíticas. . . . .	21
Tabela 4 – Comparação entre os artigos – características científicas e analíticas. . . . .	22
Tabela 5 – Comparação entre os artigos – características científicas e analíticas. . . . .	23
Tabela 6 – Testes funcionais . . . . .	44

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>A surdez e as barreiras para leitura na web e em documentos escritos</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>A Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Ferramentas e diretrizes de acessibilidade</b>	<b>16</b>
<b>2.4</b>	<b>Trabalhos relacionados</b>	<b>17</b>
<b>2.5</b>	<b>Considerações finais</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>Abordagem proposta</b>	<b>25</b>
<b>3.2</b>	<b>Tecnologias utilizadas</b>	<b>26</b>
<b>3.3</b>	<b>Arquitetura</b>	<b>29</b>
<b>3.4</b>	<b>Funcionalidades implementadas</b>	<b>31</b>
<b>3.4.1</b>	<i>Autenticação de usuários</i>	<b>31</b>
<b>3.4.2</b>	<i>Criação e edição de documentos</i>	<b>31</b>
<b>3.4.3</b>	<i>Tradução automática com VLibras</i>	<b>32</b>
<b>3.4.4</b>	<i>Gravação da tradução em vídeo</i>	<b>32</b>
<b>3.4.5</b>	<i>Upload de vídeos externos</i>	<b>32</b>
<b>3.4.6</b>	<i>Geração de QR Code</i>	<b>32</b>
<b>3.4.7</b>	<i>Geração de PDF com português simplificado</i>	<b>33</b>
<b>3.5</b>	<b>Acessibilidade implementada</b>	<b>33</b>
<b>3.5.1</b>	<i>Uso de HTML semântico</i>	<b>33</b>
<b>3.5.2</b>	<i>Design responsivo e legível</i>	<b>33</b>
<b>3.5.3</b>	<i>Possibilidade do uso de português simplificado</i>	<b>33</b>
<b>3.5.4</b>	<i>Interpretação em LIBRAS integrada</i>	<b>34</b>
<b>3.5.5</b>	<i>Geração de QR Codes para acesso prático</i>	<b>34</b>
<b>3.6</b>	<b>Validação e testes</b>	<b>34</b>
<b>3.7</b>	<b>Considerações finais</b>	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>Demonstração das funcionalidades implementadas</b>	<b>36</b>
<b>4.1.1</b>	<i>Autenticação de usuários</i>	<b>36</b>

4.1.2	<i>Criação e edição de documentos</i>	37
4.1.3	<i>Tradução automática com VLibras</i>	38
4.1.4	<i>Gravação da tradução em vídeo</i>	38
4.1.5	<i>Upload de vídeos externos</i>	38
4.1.6	<i>Geração de PDF com português simplificado</i>	39
4.1.7	<i>Geração de QR Code</i>	40
4.2	<b>Resultados dos testes e validação</b>	41
4.2.1	<i>Testes de acessibilidade</i>	41
4.2.2	<i>Opinião de usuários sobre a aplicação</i>	42
4.2.3	<i>Testes funcionais</i>	43
4.2.4	<i>Testes de estresse</i>	43
4.3	<b>Limitações observadas</b>	45
4.3.1	<i>Dependência do VLibras</i>	45
4.3.2	<i>Necessidade de mais testes com usuários surdos e interpretes</i>	45
4.3.3	<i>Armazenamento local de vídeos e PDFs</i>	46
4.3.4	<i>Ausência de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados</i>	46
4.3.5	<i>Falta de um gerador automático de texto simplificado</i>	46
4.4	<b>Discussão dos resultados</b>	47
5	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b>	49
	<b>REFERÊNCIAS</b>	50
	<b>APÊNDICES</b>	55
	<b>APÊNDICE A – Resultados dos Testes Funcionais</b>	55

## 1 INTRODUÇÃO

Pessoas com deficiência encontram diversas barreiras na utilização da web. Um exemplo claro disso são as pessoas surdas, que enfrentam dificuldades ao ler conteúdos predominantemente textuais. Tais barreiras não se restringem apenas ao ambiente digital, visto que muitos documentos físicos, como comunicados e panfletos, ainda negligenciam esse público ao não utilizarem abordagens acessíveis.

Para entender melhor as dimensões desta deficiência, é importante compreender que muitos surdos têm o português como segunda língua e apresentam dificuldades na leitura de textos complexos, o que limita sua compreensão de conteúdos longos e com linguagem formal (BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial, 2004). Nesse sentido, é necessário buscar soluções que minimizem essa barreira, como a disponibilização de versões em português simplificado, adaptando vocabulário, estrutura e construções frasais para níveis mais claros e objetivos, tornando o conteúdo mais acessível a esse público.

Além disso, vídeos com traduções para LIBRAS também são essenciais nestas situações, especialmente para aqueles que dominam ainda menos a Língua Portuguesa. Em meios digitais, já existem soluções para esse tipo de tradução, mas muitas delas apresentam limitações. Ademais, em meios físicos, essas traduções tornam-se ainda mais complexas, pois se tratam de animações que não podem ser reproduzidas fora dos ambientes digitais.

Diversas iniciativas vêm sendo desenvolvidas para promover a acessibilidade por meio de tecnologias assistivas. Por exemplo, o AVIILIB (SOUZA; MOURÃO, 2023) implementa um ambiente virtual gamificado que ensina LIBRAS de forma interativa, enquanto o Khalibras (PINTO *et al.*, ) propõe um aplicativo web que integra *chat* escrito com tradução automática para LIBRAS utilizando inteligência artificial e avatares 3D. Apesar de relevantes, tais soluções possuem focos distintos da proposta aqui apresentada, pois, assim como a maioria das soluções atuais, priorizam o ensino de sinais ou a comunicação básica na web, sem abordar diretamente a criação de documentos acessíveis integrados com traduções em vídeo. Além disso, cabe destacar que a tradução realizada por inteligência artificial ainda apresenta limitações, sendo a tradução feita por um intérprete humano geralmente mais aceita pela comunidade surda.

Nesse contexto, propõe-se uma aplicação web que viabilize a criação de documentos acessíveis, oferecendo suporte à tradução em LIBRAS, gravação de vídeos de interpretação, opção de upload de vídeos realizados pelo usuário, criação de versões em português simplificado e, finalmente, como contribuição principal, propõe-se a geração de documentos para serem

impressos contendo QR Codes que permitam ao surdo acessar vídeos em Libras contendo a tradução do documento impresso que se encontra em português. A escolha desse tema justifica-se pela escassez de plataformas que possibilitem a produção de documentos acessíveis para pessoas surdas, tanto em ambientes digitais quanto impressos, permitindo ao leitor surdo acessar a tradução em LIBRAS ou a versão simplificada por meio dos QR Codes, de acordo com sua necessidade ou preferência.

A proposta complementa, por exemplo, o uso exclusivo do VLibras, amplamente utilizado para tradução automática de páginas web, mas que apresenta limitações como travamentos em animações longas (LUIZ *et al.*, 2021) e ausência de sinalização no texto durante a animação. Ao permitir que o documento contenha um QR Code vinculado a vídeos de intérpretes humanos ou traduções previamente gravadas, a aplicação HandSign oferece uma alternativa para tais limitações, viabilizando maior fluidez, confiabilidade e praticidade. Além disso, ao integrar funcionalidades como editor semântico, geração de PDFs simplificados e de QR Codes, a solução proposta oferece um conjunto mais amplo de recursos que potencializa sua aplicação em diferentes contextos onde a acessibilidade textual e também visual é fundamental.

Para alcançar esses objetivos, esse trabalho foi organizado da seguinte maneira: no Capítulo 2 foi discutida a Fundamentação Teórica, onde é abordada mais a fundo a questão da surdez no Brasil, barreiras na web, e como funciona a LIBRAS, ferramentas de acessibilidade disponíveis, e por fim, uma análise do estado da arte das aplicações atuais. No Capítulo 3 é apresentada metodologia, descrevendo a aplicação e as tecnologias utilizadas, assim como a arquitetura e a acessibilidade implementada. No Capítulo 4 temos a apresentação da aplicação, com os resultados dos testes de validação e as limitações da aplicação. Finalmente, no Capítulo 5, a conclusão do trabalho e trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo tem como objetivo fornecer uma base teórica que justifique o desenvolvimento da aplicação, abordando os principais desafios enfrentados pela comunidade surda no geral, com ênfase na web. Para isso, são discutidos aspectos demográficos da surdez, as características linguísticas da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), as barreiras de acessibilidade mais comuns em aplicações web, bem como as principais ferramentas e diretrizes existentes voltadas para esse público.

### 2.1 A surdez e as barreiras para leitura na web e em documentos escritos

De acordo com o IBGE, em 2021, havia cerca de 10 milhões de pessoas com algum grau de surdez no Brasil (LEMOS, 2023). No mundo, esse número já ultrapassava 1,5 bilhão e continua crescendo (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2021). A surdez pode variar de pessoa para pessoa, mas, independentemente do grau, indivíduos com deficiência auditiva enfrentam desafios no dia a dia — especialmente na web, visto que o surdo, normalmente, não é fluente no português ou outro idioma falado, devido a não ter passado pelo mesmo processo de desenvolvimento na linguagem oral do ouvinte.

Assim, a web pode se tornar um ambiente com diversas barreiras, especialmente em aplicações com grande volume de conteúdo textual (CEWEB.BR, 2018). No entanto, esse não é o único problema. Questões básicas de acessibilidade tornam-se ainda mais relevantes nesse contexto, pois é essencial evitar frustrações no uso da aplicação. Para isso, é importante que ela apresente fontes em tamanho adequado, bom contraste entre as cores e alertas que sejam tanto visuais (para pessoas surdas) quanto sonoros (para pessoas cegas).

Ressalta-se que as barreiras comunicacionais também persistem em documentos impressos com excesso de conteúdo textual e complexidade linguística, dificultando a compreensão por parte da comunidade surda. Conforme destacado por (BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial, 2004), muitos surdos têm o português como segunda língua e enfrentam desafios na leitura de textos longos ou complexos. Essa realidade reforça a importância de funcionalidades que viabilizam a associação de documentos físicos a recursos acessíveis por meio de QR Codes, como implementado no HandSign.

## 2.2 A Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)

Para compreender os desafios enfrentados pela comunidade surda, é fundamental entender a Língua de Sinais — principal meio de comunicação utilizado por essas pessoas. No Brasil, essa língua é a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), reconhecida oficialmente por lei desde 2002 (BRASIL, 2002).

É importante destacar o uso do termo “língua”, pois, assim como as línguas faladas, a Língua de Sinais possui uma gramática própria e regras bem definidas. Isso reforça a complexidade da LIBRAS, que vai muito além de uma simples linguagem gestual (UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA, 2023).

Além disso, é fundamental lembrar que a LIBRAS apresenta regionalismos (INSTITUTO NACIONAL DE ENSINO, s.d.), ou seja, um mesmo sinal pode ter significados diferentes dependendo da região do país. Essa variação é um aspecto crucial que nem sempre é considerado pelas ferramentas de acessibilidade disponíveis na web.

## 2.3 Ferramentas e diretrizes de acessibilidade

Com o objetivo de reduzir as barreiras para pessoas surdas, tecnologias podem ser empregadas. No caso da web, existem plugins bastante úteis, como o Hand Talk (HAND TALK, s.d.) e o VLibras (VLIBRAS, s.d.), ambos responsáveis por converter conteúdo textual para LIBRAS por meio de avatares animados. Além disso, há ferramentas e diretrizes fundamentais que todo desenvolvedor deve considerar ao desenvolver para a web, como as recomendações do WAI-ARIA, mantidas pelo W3C (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, s.d.).

Com isso, é necessário que as aplicações atuais façam uso dessas tecnologias para tornar a web um ambiente mais acessível a todos. Além disso, vale destacar que essas soluções ainda podem ser aprimoradas, pois apresentam limitações — como o fato de algumas serem pagas, como o Hand Talk, ou a demora na tradução de textos muito extensos, observada em modelos atuais.

Nesse contexto, a aplicação HandSign surge como uma solução inovadora ao integrar as diretrizes de acessibilidade do WAI-ARIA, buscando atender às métricas verificáveis por testes automatizados, além de incorporar ferramentas de tradução para LIBRAS, como o VLibras. Diferente de muitos tradutores automáticos que apenas interpretam textos isolados, o HandSign propõe uma abordagem mais ampla, permitindo a criação de documentos completos e

estruturados de forma acessível, com suporte à tradução em LIBRAS e à inserção de textos em português simplificado, além da gravação ou *upload* de vídeos de tradução.

Além disso, as barreiras para os surdos não se restringem unicamente à web, como já citado anteriormente, e embora a intermediação da tecnologia esteja crescentemente presente na vida de todas as pessoas, muitos documentos não estão na web, podendo, por exemplo, estar afixados em painéis, muros, outdoors, entre outros. Para oferecer uma alternativa de solução para essa problemática, o HandSign ainda permite a geração de QR Codes nos documentos criados, para que esses conteúdos em Libras ou textos simplificados possam ser acessados facilmente em documentos impressos.

## **2.4 Trabalhos relacionados**

Considerando as motivações apresentadas para este trabalho, torna-se relevante investigar como a pesquisa científica tem abordado essas questões no campo computacional. Para isso, apresenta-se a seguir um levantamento de trabalhos relacionados a soluções tecnológicas que integram a Língua Brasileira de Sinais. Dentre essas iniciativas, observa-se um foco crescente em sistemas de tradução automática e estratégias assistivas integradas em ambientes educacionais e plataformas digitais. Entretanto, apesar dos avanços observados, ainda são escassas as soluções que combinam geração de conteúdo textual com tradução automatizada para LIBRAS de forma integrada, responsiva e reutilizável. Em especial, há uma lacuna quanto à criação de documentos acessíveis com suporte à tradução em vídeo, que possam ser compartilhados tanto em meios digitais quanto físicos, por exemplo, com o uso de QR Codes que direcionam a versões em LIBRAS. Essa necessidade é muito relevante devido ao conteúdo textual representar uma barreira à plena compreensão por parte da comunidade surda.

A fim de compreender os caminhos trilhados por estudos anteriores, foram analisadas trinta publicações científicas que tratam da aplicação de LIBRAS em contextos computacionais. Os dados extraídos desses trabalhos estão organizados nos quadros a seguir. Do quadro 1 ao 4 temos os objetivos, metodologias, resultados e contribuições de cada estudo, enquanto o quadro 5 apresenta um panorama técnico, dos mesmos artigos, abordando aspectos como área de aplicação, tipos de dados utilizados, bases de dados acessadas e ferramentas empregadas.

A análise dos quadros revela que muitas pesquisas se concentram na promoção da acessibilidade em ambientes educacionais, no uso de avatares para visualização de sinais e na avaliação de usabilidade de ferramentas como o VLibras e o Hand Talk. Esses sistemas

são amplamente adotados para interpretar conteúdos textuais e torná-los mais acessíveis à comunidade surda, principalmente em portais governamentais ou plataformas educacionais.

Porém, um ponto recorrente entre os estudos analisados é a limitação dos *datasets* disponíveis para o treinamento e validação de sistemas. E ainda, muitas ferramentas operam de forma engessada, apresentando pouca flexibilidade em relação ao conteúdo ou à personalização da experiência do usuário. Esse cenário reforça a importância de se utilizar vídeos produzidos por intérpretes humanos, que garantem maior naturalidade, precisão e adequação cultural na tradução em LIBRAS, em comparação com soluções automáticas.

Dessa forma, observa-se uma oportunidade clara para o desenvolvimento de soluções mais acessíveis e inclusivas, que integrem recursos de tradução para LIBRAS diretamente no processo de criação de conteúdo textual, oferecendo suporte tanto à gravação da tradução em vídeo quanto à inserção de vídeos produzidos pelo próprio usuário, além da geração de QR Codes integrados ao documento. Com isso, torna-se possível compartilhar esses materiais de forma ampla, tanto na web quanto em meios físicos. Tal abordagem visa ampliar o alcance da acessibilidade, promovendo a inclusão da comunidade surda de maneira prática, efetiva e adaptada às suas reais necessidades.

<b>Publicação</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo do Estudo</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Análise Estatística</b>	<b>Principais Resultados</b>	<b>Contribuições</b>	<b>Limitações/ Desvantagens</b>
(OLIVEIRA, 2024)	Compatibilidade entre VLibras e HandTalk com plataformas de ensino	Avaliar a compatibilidade das ferramentas com Scratch e Code.Org	Estudo de caso com análise prática	Análise qualitativa	Limitada compatibilidade em alguns contextos	Contribui para acessibilidade educacional	Limitações na integração com plataformas
(SANTOS, 2023)	Desenvolvimento de uma estratégia para monitoramento de estatísticas de utilização da Suíte VLibras	Criar infraestrutura de monitoramento do uso	Desenvolvimento de dashboards	Métricas de uso	Visualização de dados relevante para decisões	Auxilia na evolução da ferramenta	Manutenção contínua requerida
(LUIZ <i>et al.</i> , 2021)	Avaliando a qualidade do software VLibras	Avaliar qualidade segundo ISO/IEC 9126	Aplicação da metodologia ISO/IEC	Baseada em critérios de qualidade	Identificação de melhorias e pontos fortes	Diretrizes para aprimoramento	Algumas falhas de usabilidade
(SERAFIM, 2019)	Ampliação do VLibras no contexto educacional	Estudar uso educacional do VLibras	Estudo de caso em escolas	Observação qualitativa	Eficaz como recurso pedagógico	Estimula uso educacional da ferramenta	Necessita treinamento docente
(BATISTA <i>et al.</i> , 2023)	Jogos digitais bilíngues para surdos	Promover letramento e inclusão via jogos	Desenvolvimento de jogos bilíngues	Avaliação com usuários	Promove engajamento e aprendizado	Aponta novos caminhos para ensino	Requer desenvolvimento de conteúdos
(SILVA, 2021)	Comparação entre HandTalk e VLibras	Comparar usabilidade e funcionalidades	Análise comparativa	Avaliação prática	Diferenças de desempenho e alcance	Orienta escolha de ferramenta adequada	Ferramentas com limitações próprias
(LIMA <i>et al.</i> , 2021)	Desafios na tradução automática de vídeos	Explorar problemas enfrentados pelo VLibras	Revisão sistemática de literatura	Avaliação de estudos prévios	Limitações em vídeos complexos	Base para melhorias no sistema	Problemas técnicos persistem
(SOUZA, 2023)	VLibras como recurso pedagógico	Avaliar uso do VLibras em sala de aula	Testes com alunos surdos	Observação e análise qualitativa	Melhorou aprendizado de alunos	Incentiva inclusão em sala	Requer capacitação de professores
(SOUZA; MOURÃO, 2023)	Ambiente Virtual Interativo e Inclusivo de Libras (AVIILIB)	Aplicar estratégias de pensamento computacional com gamificação	Desenvolvimento de plataforma educativa com gamificação	Análise qualitativa com estudantes	Melhor engajamento e inclusão de alunos surdos	Plataforma interativa e acessível	Necessidade de mais testes com outros públicos
(SÁ <i>et al.</i> , 2023)	Utilização de Avatar Virtual na Tradução de Termos Técnicos de Informática para Língua Brasileira de Sinais	Traduzir termos técnicos para Libras	Uso de avatar 3D com reconhecimento de poses humanas	Estudo de caso	Alta taxa de compreensão dos sinais técnicos	Ampliação do vocabulário técnico da Libras	Limitações na geração automática de sinais
(PINTO <i>et al.</i> , )	Khalibras: comunicação inclusiva via app web	Desenvolver app inclusivo para conversas escritas com Libras	Implementação de app com IA e avatar	Testes de usabilidade	Interface acessível e eficiente	Solução de fácil uso para comunicação básica	Restrições em contexto com vocabulário específico
(MONTEIRO S. S.; SANTANA, 2013)	A Libras na formação de professores de computação	Integrar Libras à formação docente	Projeto de extensão com oficinas práticas	Observações qualitativas	Professores mais preparados para inclusão	Fortalecimento da formação inicial	Demanda por políticas institucionais permanentes

Quadro 1 – Comparação entre os artigos – características científicas e analíticas.

Publicação	Título	Objetivo do Estudo	Metodologia	Análise Estatística	Principais Resultados	Contribuições	Limitações/ Desvantagens
(CORRÊA YGOR; PEDUZZI GOMES, 2017)	A inclusão digital de surdos por meio de sites acessíveis em Libras: uma comunicação de mão única?	Investigar se sites acessíveis em Libras promovem inclusão digital efetiva para surdos	Análise qualitativa de sites e entrevistas com usuários surdos	Não aplicável	Identificou-se que muitos sites oferecem conteúdo em Libras sem promover interação efetiva	Destaca a necessidade de desenvolver sites que permitam comunicação bidirecional em Libras	Amostra limitada e foco em sites específicos
(SANTOS, 2020)	Usuários surdos e acessibilidade à informação em sítios web do governo brasileiro	Investigar a acessibilidade da informação para usuários surdos em sítios web governamentais brasileiros	Análise qualitativa de conteúdo dos sítios web	Não aplicável	Identificou-se que muitos sítios não oferecem recursos adequados em Libras	Evidencia a necessidade de políticas públicas que garantam a acessibilidade digital para a comunidade	A análise foi limitada a determinados sítios web
(SCHLINDWEIN; ROCHA, 2023)	LIBRAS e tecnologia: youtubers surdos	Analisar práticas linguísticas em vídeos de youtubers surdos	Estudo de caso com análise de vídeos	Análise discursiva	Identificação de práticas translíngues	Compreensão do uso da Libras em mídias sociais	Limitação de escopo aos vídeos analisados
(SOUZA, 2022)	A segmentação retórica na legendagem para surdos e ensurdecidos de vídeos em Libras	Investigar a segmentação retórica na legendagem para surdos e ensurdecidos (LSE)	Análise de legendas da série "Crisálida"	Estudo qualitativo	Identificação de estratégias eficazes de segmentação	Melhoria na acessibilidade de vídeos em Libras	Foco em uma única série limita a generalização
(MELO; NASCIMENTO, 2021)	Tradução audiovisual do Português para a Libras a partir do gênero institucional de divulgação científica	Descrever estratégias de tradução audiovisual utilizadas por tradutores de Libras	Autoconfrontação simples com tradutores	Análise qualitativa	Estratégias comuns e individuais identificadas	Contribuição para práticas de tradução audiovisual	Estudo limitado a vídeos institucionais
(SILVA <i>et al.</i> , 2024)	Less is more: concatenating videos for Sign Language Translation from a small set of signs	Propor geração de conteúdo em Libras por concatenação de vídeos curtos	Experimentos com o dataset V-LIBRASIL	Métricas BLEU-4 e METEOR	Resultados promissores com conjuntos de dados reduzidos	Redução de custos na criação de datasets	Necessidade de validação com usuários finais
(SILVA; COSTA, 2021)	Uma Proposta de Tradutor Automático com Análise de Emoções de Textos em Português Brasileiro para Libras	Adaptar tradutor automático para expressar emoções via avatar 3D	Desenvolvimento de protótipo com expressões faciais	Avaliação inicial qualitativa	Indicação de maior aceitação pela comunidade surda	Avanço na humanização de tradutores automáticos	Estudo em fase inicial, requer testes ampliados
(GUARISI; FIGUEIREDO, 2024)	Sistema de Tradução de Vídeos de Libras para o Português	Desenvolver sistema de tradução de vídeos em Libras para o português	Implementação de algoritmo com IA	Testes com base de dados diversificada	Tradução eficiente dos sinais em vídeos	Promoção de inclusão e acessibilidade	Necessidade de aprimoramento contínuo do sistema

Quadro 2 – Comparação entre os artigos – características científicas e analíticas.

Publicação	Título	Objetivo do Estudo	Metodologia	Análise Estatística	Principais Resultados	Contribuições	Limitações/ Desvantagens
(LIMA; CARVALHO, 2022)	A oferta da janela de Libras com múltiplos tradutores na obra fílmica “A Hora da Estrela”	Analisar a tradução audiovisual da Língua de Sinais com múltiplos tradutores	Análise baseada na Gramática do Design Visual	Estudo qualitativo	Identificação de impactos na recepção do público	Contribuição para práticas de tradução em filmes	Foco em um único filme limita a abrangência
(NASCIMENTO, 2021)	Tradução e Interpretação Audiovisual da Língua de Sinais (TIALS) no Brasil	Compreender a preferência dos surdos em relação às janelas de Libras	Pesquisa nacional com questionário bilíngue	Análise estatística das respostas	Preferências variam conforme o gênero audiovisual	Necessidade de adaptação das janelas de Libras	Estudo baseado em percepções subjetivas
(SOUZA; VIEIRA, 2019)	Legendagem para Surdos e Ensurdidos (LSE) de vídeos em Libras	Analisar a legendagem de vídeos em Libras para surdos e ensurdidos	Estudo de caso com vídeo acadêmico	Análise descritiva	Identificação de dificuldades e estratégias na legendagem	Orientações para legendistas de vídeos em Libras	Estudo limitado a um único vídeo
(FILHO, 2022)	Análise de traduções dos aplicativos Hand Talk e VLibras	Comparar traduções de aplicativos de Português-Libras no contexto da EaD	Análise qualitativa e quantitativa de traduções	Estatísticas descritivas	Identificação de erros nas traduções, especialmente no VLibras	Reflexão sobre uso de tradutores virtuais na EaD	Necessidade de melhorias nos aplicativos analisados
(REIS, 2018)	Avaliação do tratamento de aspectos gramaticais de tradutores automáticos do português brasileiro para libras	Avaliar como tradutores automáticos tratam aspectos gramaticais da Libras	Análise de traduções por três aplicativos	Avaliação por 16 intérpretes de Libras	Identificação de inadequações nas traduções automáticas	Contribuição para aprimoramento de tradutores automáticos	Estudo limitado a três aplicativos específicos
(GOMES, 2019)	Vídeo-aula em Libras: contribuições da multimodalidade para a construção do discurso verbo-visual	Analisar como recursos multimodais contribuem para a estruturação do discurso em vídeo-aulas em Libras	Análise de trechos de vídeo-aula da disciplina Transportes	Estudo qualitativo	Identificação de contribuições e desafios dos recursos multimodais	Orientações para produção de materiais educativos acessíveis	Foco em uma única disciplina limita a generalização
(PIMENTEL <i>et al.</i> , 2018)	Produção e Avaliação de Vídeos em Libras para Educação em Saúde	Produzir e avaliar vídeos educativos em Libras sobre saúde	Produção de vídeos sobre dengue e tuberculose; avaliação com surdos e intérpretes	Questionários aplicados a 7 surdos e 7 intérpretes	Aceitação positiva dos vídeos como ferramenta de aprendizagem	Contribuição para materiais pedagógicos acessíveis em saúde	Amostra limitada de participantes
(SOUSA ALEXANDRE MELO DE; LIMA; JUNIOR, 2019)	Libras e acessibilidade em vídeos para surdos: discussões e diretrizes	Discutir como recursos de acessibilidade promovem inclusão para surdos	Análise de recursos como legendas e janelas de Libras	Estudo qualitativo	Identificação de diretrizes para projetos visuais acessíveis	Orientações para desenvolvimento de materiais acessíveis	Foco em diretrizes gerais, sem estudo de caso específico

Quadro 3 – Comparação entre os artigos – características científicas e analíticas.

<b>Publicação</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo do Estudo</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Análise Estatística</b>	<b>Principais Resultados</b>	<b>Contribuições</b>	<b>Limitações/ Desvantagens</b>
(SANTIAGO; LACERDA, 2021)	O Intérprete de Libras no Contexto da Pós-Graduação: um olhar para o gênero do discurso	Analisar o papel do intérprete de Libras na pós-graduação	Estudo de caso com base em gêneros do discurso	Análise qualitativa	Compreensão das práticas de interpretação na pós-graduação	Contribuição para formação de intérpretes acadêmicos	Estudo centrado em contexto específico
(GAIO, 2020)	STILL: Sistema Tradutor Inteligente de LIBRAS com Luva	Desenvolver um sistema de tradução de LIBRAS para português usando uma luva sensorial	Projeto de hardware com sensores + IA para reconhecer gestos e expressões	Testes experimentais com usuários e base de sinais	Tradução eficiente de sinais simples em tempo real	Conjunto de dados próprio e protótipo funcional para futuras pesquisas	Ainda limitado a um conjunto pequeno de sinais e não reconhece frases complexas

Quadro 4 – Comparação entre os artigos – características científicas e analíticas.

<b>Publicação</b>	<b>Área de Aplicação</b>	<b>Tipo de Dados</b>	<b>Dataset Utilizado</b>	<b>Ferramentas</b>
(OLIVEIRA, 2024)	Educação / Acessibilidade	Qualitativos / Plataformas Scratch, Code.Org	Ambientes educacionais reais	VLibras, HandTalk
(SANTOS, 2023)	Monitoramento de Sistemas	Métricas de uso / dashboards	Logs de uso do VLibras	Grafana, VLibras Monitor
(LUIZ <i>et al.</i> , 2021)	Qualidade de Software	Critérios da ISO/IEC 9126	Ferramenta VLibras original	ISO/IEC 9126, VLibras
(SERAFIM, 2019)	Ensino em escolas	Aplicações educacionais	Casos reais em sala de aula	VLibras
(BATISTA <i>et al.</i> , 2023)	Educação com jogos	Interação de usuários surdos	Jogos desenvolvidos para estudo	VLibras, Unity
(SILVA, 2021)	Comparação de ferramentas	Funcionalidades e interface	VLibras e HandTalk em múltiplos contextos	VLibras, HandTalk
(LIMA <i>et al.</i> , 2021)	Tradução de Vídeos	Vídeos em português	Biblioteca de vídeos educacionais	VLibras
(SOUZA, 2023)	Ensino em sala de aula	Interação aluno-professor	Observação em escolas públicas	VLibras
(SOUZA; MOURÃO, 2023)	Educação Superior	Vídeo, texto	Plataforma AVILIB	VLibras, Gamificação, SUS, <i>Heatmaps</i>
(SÁ <i>et al.</i> , 2023)	Educação Técnica	Termos técnicos de informática	Biblioteca de termos técnicos	Avatar virtual, Algoritmos de detecção, Pose humana
(PINTO <i>et al.</i> , )	Comunicação Inclusiva	Texto, chat interativo	Dados simulados e reais	VLibras, Inteligência Artificial, Aplicação Web
(MONTEIRO S. S.; SANTANA, 2013)	Formação de Professores	Experiências de ensino	Projeto de extensão Infolibras	VLibras, Metodologias Ativas
(CORRÊA YGOR; PEDUZZI GOMES, 2017)	Inclusão Digital e Acessibilidade Web	Qualitativos (entrevistas e análises de sites)	Não especificado (sites acessíveis em Libras)	Análise de conteúdo, entrevistas com usuários surdos
(SANTOS, 2020)	Acessibilidade Web Governamental	Qualitativos (análise de conteúdo)	Sítios web de órgãos públicos brasileiros	Avaliação baseada em diretrizes de acessibilidade e análise de conteúdo
(SCHLINDWEIN; ROCHA, 2023)	Produção de Conteúdo	Vídeos de youtubers surdos	Canais de YouTube	VLibras, Plataformas de vídeo, Translinguagem
(SOUZA, 2022)	Acessibilidade em Vídeos	Vídeos em Libras	Série "Crisálida"	Análise de legendagem, LSE
(MELO; NASCIMENTO, 2021)	Divulgação Científica	Vídeos institucionais	Produções da UFSCar	Estratégias de tradução audiovisual
(SILVA <i>et al.</i> , 2024)	Tradução Automática	Vídeos de sinais isolados	Dataset V-LIBRASIL	Concatenation, BLEU-4, METEOR
(SILVA; COSTA, 2021)	Expressão Emocional em Tradução	Textos em Português	Protótipo com avatar 3D	Análise de emoções, expressões faciais
(GUARISI; FIGUEIREDO, 2024)	Educação e Inclusão	Vídeos em Libras	Base de dados diversificada	IA, processamento de vídeo
(LIMA; CARVALHO, 2022)	Tradução Cinematográfica	Filme "A Hora da Estrela"	Obra fílmica	Janela de Libras, múltiplos tradutores
(NASCIMENTO, 2021)	Preferências da Comunidade Surda	Vídeos de diferentes gêneros	Questionário bilíngue nacional	Análise de recepção, TIALS
(SOUZA; VIEIRA, 2019)	Legendagem Acadêmica	Vídeos em Libras	Vídeo acadêmico da UFC	LSE, estratégias de legendagem
(FILHO, 2022)	Educação a Distância	Traduções de aplicativos	Vocabulário de Machado de Assis	Hand Talk, VLibras, análise comparativa
(REIS, 2018)	Avaliação de Tradutores Automáticos	Sentenças com aspectos gramaticais	Traduções de três aplicativos	ProDeaf, HandTalk, VLibras, avaliação por intérpretes
(GOMES, 2019)	Educação em Engenharia	Vídeo-aulas em Libras	Disciplina de Transportes	Análise de recursos multimodais
(PIMENTEL <i>et al.</i> , 2018)	Educação em Saúde	Vídeos educativos em Libras	Temas: dengue e tuberculose	PowToon®, Windows Movie Maker®, Camtasia Studio®
(SOUSA ALEXANDRE MELO DE; LIMA; JUNIOR, 2019)	Acessibilidade em Vídeos	Recursos de acessibilidade	Análise de vídeos com legendas e janelas de Libras	Diretrizes para projetos visuais acessíveis
(SANTIAGO; LACERDA, 2021)	Educação Superior	Interpretação em pós-graduação	Estudo de caso em contexto acadêmico	Análise de gêneros do discurso
(GAIO, 2020)	Tradução em Tempo Real	Gestos manuais e expressões faciais	Conjunto de dados próprio com sinais de LIBRAS	Luva sensorial, sensores de movimento, visão computacional, IA

Quadro 5 – Comparação entre os artigos – características científicas e analíticas.

## 2.5 Considerações finais

Neste capítulo foram apresentadas informações sobre a surdez, as definições de LIBRAS e acessibilidade digital, bem como suas implicações no desenvolvimento de aplicações voltadas para a comunidade surda. Discutiu-se a importância da Língua Brasileira de Sinais como meio principal de comunicação para pessoas surdas.

Além disso, foram abordados os desafios enfrentados por essa comunidade atualmente, foram também exploradas ferramentas já existentes, como o VLibras e o Hand Talk, além das diretrizes de acessibilidade web, que orientam o desenvolvimento de interfaces mais inclusivas.

Esses pontos fornecem a base necessária para a construção de soluções mais eficazes no campo da acessibilidade, tanto na web, quanto fora dela. Dessa forma, a fundamentação teórica apresentada inspirou diretamente o projeto que é apresentado no próximo capítulo. A aplicação HandSign busca tornar conteúdos na web, e também documentos impressos, mais acessíveis, podendo incorporar recursos como QR Codes para mídias em LIBRAS e em português simplificado. Visando promover a inclusão de pessoas surdas em diferentes meios de comunicação.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo, são descritas as etapas e estratégias adotadas para o desenvolvimento da aplicação HandSign. Inicialmente, é apresentada a abordagem proposta para a solução, seguida da descrição das tecnologias utilizadas, responsáveis por viabilizar sua implementação. Posteriormente, detalha-se a arquitetura da aplicação, bem como as principais funcionalidades desenvolvidas, incluindo a criação de documentos acessíveis, a integração com o VLibras, a gravação da tradução em vídeo e a geração de QR Codes. Por fim, são abordados os diferentes testes realizados na aplicação e seus objetivos, com os resultados sendo discutidos somente no Capítulo 4.

#### 3.1 Abordagem proposta

A aplicação HandSign foi concebida como uma plataforma web voltada à criação de documentos acessíveis para pessoas surdas, com o objetivo de aproximar o conteúdo textual da comunidade usuária da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). A proposta busca melhorar a acessibilidade para pessoas surdas na leitura de documentos, tanto na web, como fora dela com documentos físicos. Vale destacar que a plataforma segue diretrizes de acessibilidade, e foi desenvolvida pensando em facilitar seu uso para pessoas surdas, mas o foco principal da aplicação é na acessibilidade do documento criado por meio da plataforma, que pode ser utilizada por pessoas não surdas produzindo conteúdo para pessoas surdas.

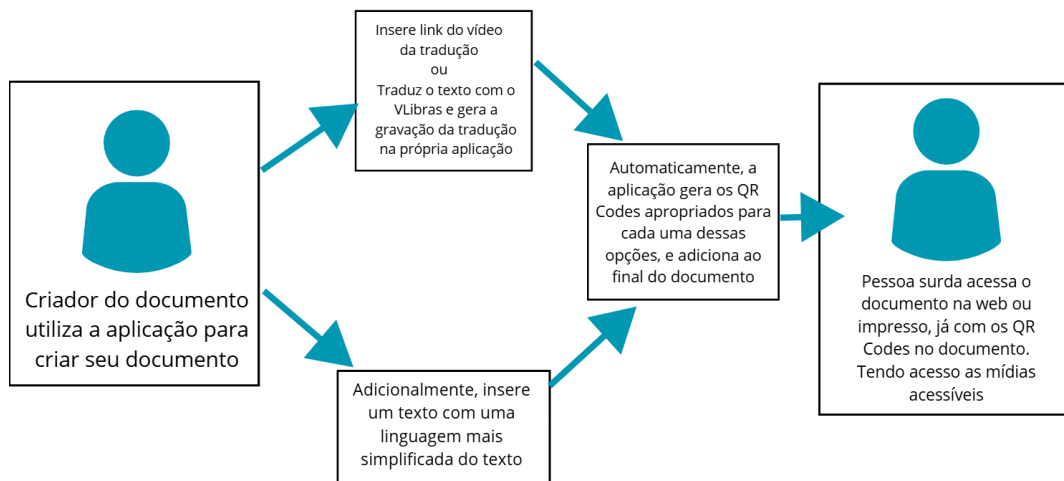
O sistema, que funciona como mostrado na Figura 1, permite que o usuário crie documentos editáveis em um ambiente visual com suporte a HTML semântico. Essa estruturação favorece a leitura por tecnologias assistivas e a interpretação correta pelo tradutor automático VLibras, integrado à aplicação. Após a elaboração do conteúdo, o usuário pode acionar a tradução para LIBRAS por meio do VLibras, que, apesar de suas limitações, é atualmente a melhor ferramenta gratuita disponível para essa finalidade, além de oferecer uma alternativa para aqueles que não tem acesso a um intérprete. E então, após a tradução, o usuário pode iniciar a gravação da interpretação realizada pelo avatar animado.

Uma vez capturado o vídeo da tradução, a aplicação gera automaticamente um QR Code que redireciona para o vídeo em questão. Esse código é inserido ao final do documento, permitindo que versões impressas também mantenham a acessibilidade — bastando que o leitor do documento escaneie o QR Code com seu dispositivo para assistir à tradução em vídeo.

Além disso, a aplicação se destaca por sua versatilidade ao permitir que o usuário envie vídeos de tradução próprios, gravados com intérpretes humanos. Essa funcionalidade reconhece que traduções realizadas por profissionais de LIBRAS são mais confiáveis, possibilitando ao usuário anexar tais vídeos ao documento e gerar o QR Code correspondente.

Por fim, mais uma funcionalidade relevante é a possibilidade de gerar um PDF a partir do documento criado, com um português mais simplificado. Essa versão adaptada facilita a compreensão do conteúdo por pessoas surdas. Com o apoio de um intérprete de LIBRAS ou de recursos externos de reescrita simplificada, como uma IA, o usuário pode submeter o texto e, em seguida, gerar o documento final, que é atrelado também a um QR Code no final do documento original.

Figura 1 – Fluxo da aplicação HandSign



Fonte: Elaborado pelo autor

Com isso, a abordagem adotada procura unir simplicidade de uso com alto valor inclusivo. Dessa forma, a aplicação consegue garantir o acesso à informação por meio de múltiplas linguagens. O foco na criação de documentos acessíveis com tradução visual em LIBRAS e a possibilidade de atrelar um texto simplificado, amplia o alcance comunicativo de materiais textuais, contribuindo para a redução das barreiras enfrentadas pela comunidade surda na web e fora dela.

### 3.2 Tecnologias utilizadas

Para viabilizar o desenvolvimento da plataforma HandSign, foram empregadas tecnologias amplamente difundidas no contexto de aplicações web modernas, priorizando soluções

de fácil integração, código aberto e suporte à acessibilidade.

No *frontend*, a aplicação foi construída com HTML, CSS e JavaScript, compondo a base estrutural, visual e interativa da interface. O HTML semântico foi utilizado para favorecer a interpretação dos elementos por leitores de tela e, principalmente, pelo plugin VLibras, visto na Figura 2, que realiza a tradução automática do conteúdo textual para a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) por meio de um avatar animado. O CSS foi utilizado para a estilização com acessibilidade em mente, adotando contrastes adequados, tamanhos de fonte legíveis e responsividade.

O componente de gravação de tela foi implementado com o método *getDisplayMedia()* da API WebRTC (Web Real-Time Communication) usado para capturar a tela ou parte dela em aplicações que executam em navegadores web, o que permitiu capturar a janela de exibição onde o VLibras realiza a tradução. O conteúdo capturado é convertido em vídeo com o auxílio da interface *MediaRecorder*, gerando um arquivo *.webm* que é posteriormente enviado ao *backend*.

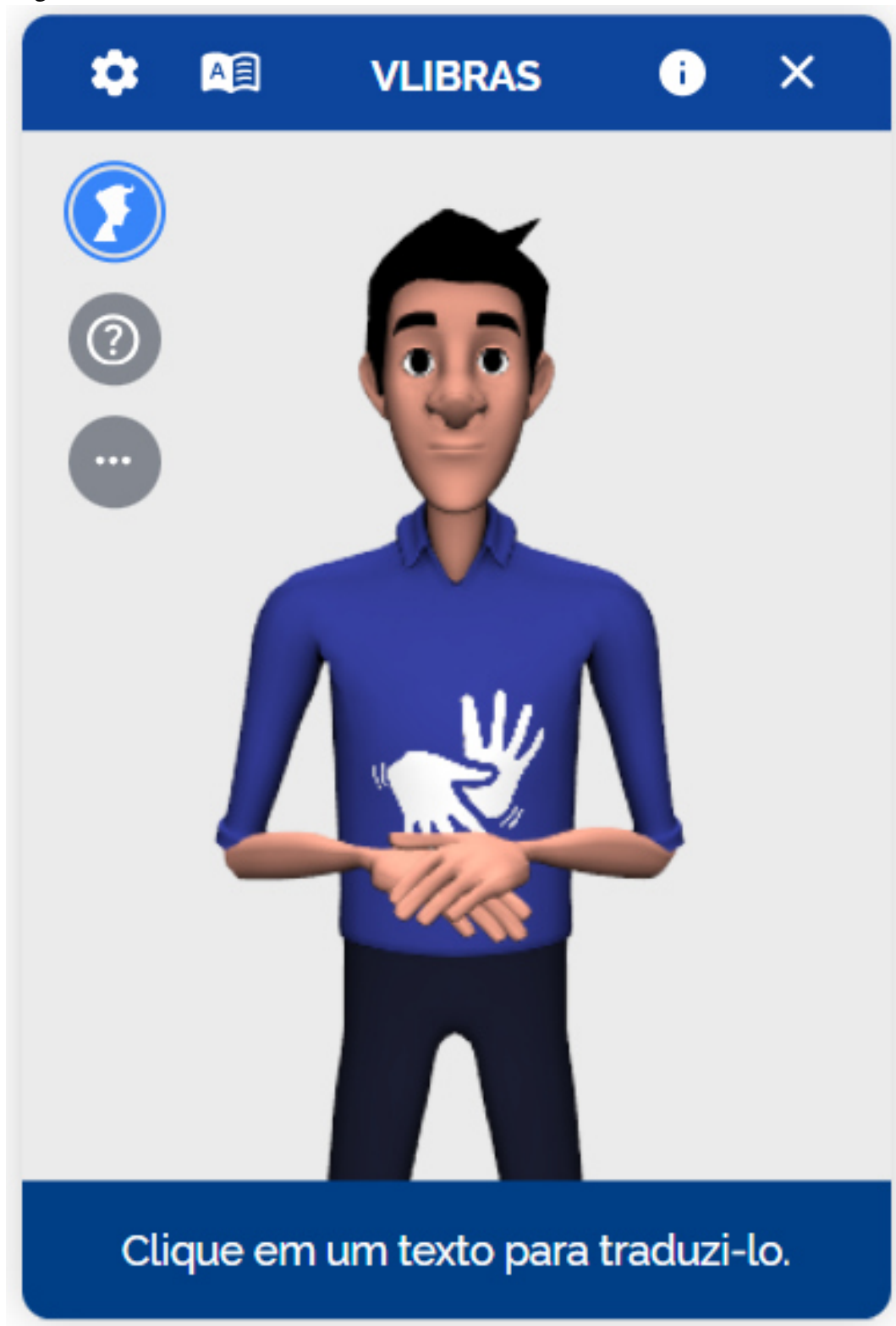
No *backend*, foi utilizada a plataforma Node.js, responsável por receber e armazenar os vídeos enviados. Para garantir a segurança no acesso ao sistema, foi implementado um mecanismo de autenticação com JWT (JSON Web Tokens), além da utilização da biblioteca *bcrypt* para o armazenamento seguro das senhas dos usuários.

Após o armazenamento do vídeo, a aplicação gera dinamicamente um QR Code vinculado ao *link* do vídeo hospedado no servidor. Para isso, utilizou-se a biblioteca *qrcode.min.js*, obtida via CDN do serviço *jsDelivr*, que converte a URL do vídeo em uma imagem de código QR que é incorporada ao final do documento.

Para o caso do vídeo não gravado na plataforma, e somente enviado pelo autor, existem algumas diferenças. Nessa modalidade, o usuário insere o *link* do vídeo hospedado externamente, que pode ter sido produzido por um intérprete de LIBRAS ou outra fonte confiável. Atualmente, a aplicação realiza uma verificação automática para assegurar que o *link* fornecido seja proveniente do YouTube, restringindo o uso a essa plataforma como forma de simplificar o gerenciamento de *links* e garantir maior compatibilidade. Após a validação, o sistema gera um QR Code apontando diretamente para o *link* informado, que é incorporado ao final do documento, permitindo que leitores acessem o vídeo de forma prática e rápida, tanto em mídias digitais quanto impressas.

Quanto a geração de documento com linguagem simplificada, esse processo ocorre por meio de um campo de entrada disponibilizado ao usuário, onde ele próprio insere a versão

Figura 2 – Avatar do VLibras



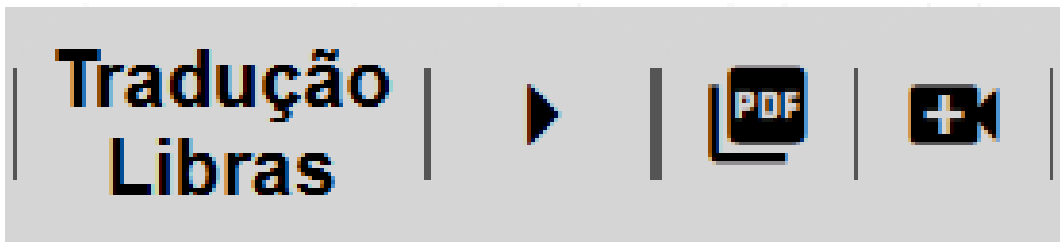
Fonte: Elaborado pelo autor

simplificada do texto previamente criado. A implementação utiliza a biblioteca jsPDF, que converte o texto simplificado em um arquivo PDF diretamente no navegador. Em seguida, esse arquivo é transformado em *blob* e enviado ao *backend*, sendo armazenado no servidor. Após o

armazenamento, a aplicação gera automaticamente um QR Code apontando para o PDF salvo, permitindo que o documento original contenha um QR Code que direcione os leitores à versão simplificada.

Na Figura 3, são vistas as principais opções na barra de edição de documentos da aplicação, contendo as funcionalidades em questão.

Figura 3 – Opções na barra de edição de documentos da aplicação HandSign, da esquerda para a direita: Traduzir o texto inteiro para LIBRAS, gravar a tela, gerar o PDF simplificado e inserir *link* para vídeo externo



Fonte: Elaborado pelo autor

Optou-se por não utilizar um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) neste protótipo, dada a natureza temporária dos dados e a simplicidade da estrutura, centralizando o armazenamento apenas nos arquivos gerados e organizados pelo servidor.

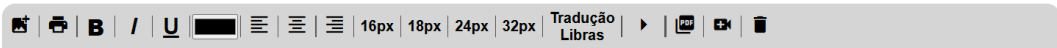
Dessa forma, a escolha das tecnologias priorizou leveza, compatibilidade e acessibilidade, compondo uma aplicação funcional e alinhada ao objetivo de ampliar o acesso à informação para a comunidade surda.

### 3.3 Arquitetura

A aplicação HandSign adota uma arquitetura baseada no modelo cliente-servidor, composta por um *frontend* construído com HTML, CSS e JavaScript puro, e um *backend* em Node.js com Express. A arquitetura foi projetada para ser simples, modular e acessível, permitindo que usuários criem documentos com estrutura semântica, traduzam seu conteúdo para a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) com auxílio do VLibras, gravem a tradução em vídeo, ou enviem seus próprios vídeos, e insiram QR Codes vinculado aos vídeos, ou ainda a versões simplificadas do documento, diretamente no documento original.

Ao acessar a aplicação, o cliente pode criar e editar documentos (com a *tag contenteditable*), e por meio de uma barra de navegação tem acesso a diversas ferramentas de edição, como visto na Figura 4.

Figura 4 – Barra de edição de documentos da aplicação HandSign



Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida o usuário consegue traduzir por meio do VLibras, já embutido na página, o conteúdo textual do documento. Em seguida, ainda na barra de navegação, pode iniciar a gravação da tradução, que é feita via *getDisplayMedia()* e *MediaRecorder*. Alternativamente, o usuário pode fornecer o *link* de um vídeo de tradução externo (atualmente restrito ao YouTube) para ser vinculado ao documento. Ao finalizar, a aplicação gera automaticamente o QR Code ao final do documento, pronto para ser impresso ou compartilhado como PDF. O vídeo resultante (gravado) é armazenado localmente no navegador e, em seguida, enviado para o *backend* via POST */api/upload*.

No lado do servidor, a aplicação trata diferentes aspectos da lógica de negócio. O *backend* é responsável por:

- Autenticação de usuários, com armazenamento seguro das credenciais usando bcrypt e geração de tokens JWT;
- Gerenciamento de documentos, permitindo criação, edição, listagem e remoção de arquivos por meio de rotas protegidas com *middleware* de autenticação (*verificarToken.js*);
- Armazenamento de vídeos gravados pelos usuários ou gestão de *links* externos de vídeos;
- Criação de arquivos PDF a partir do texto simplificado enviado pelo usuário, visando facilitar a compreensão textual por pessoas surdas.
- Geração de QR Codes, que apontam para o PDF simplificado, ou para a URL do vídeo de tradução (gravado ou externo) hospedado localmente ou no YouTube;

A estrutura de rotas (URLs da aplicação web) foi organizada da seguinte forma:

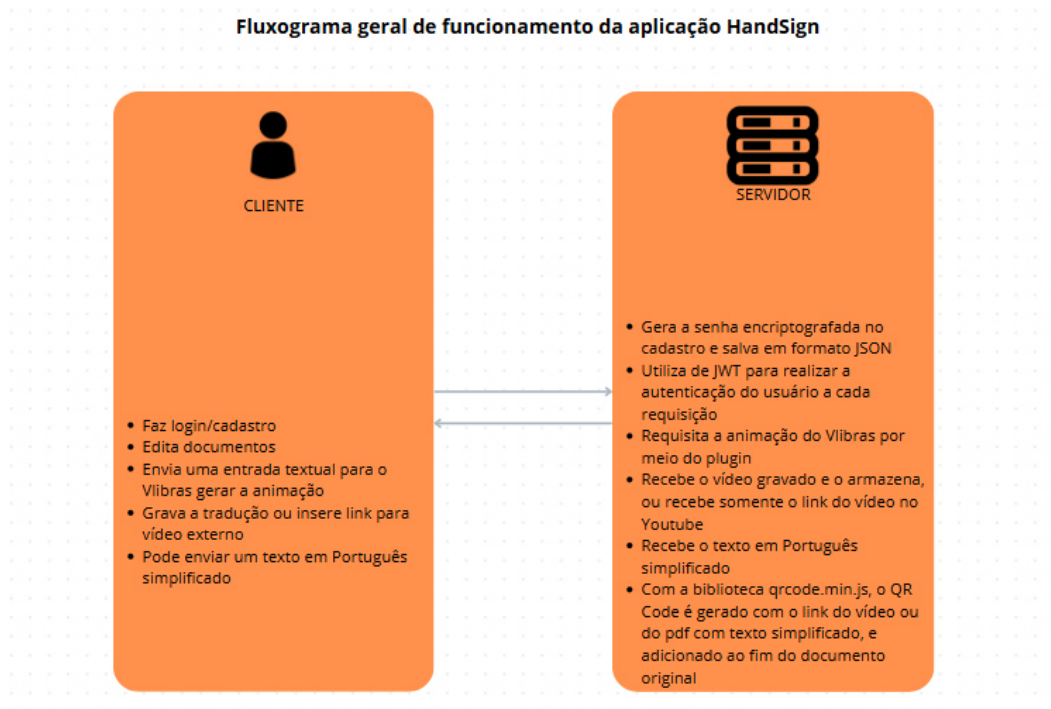
- */api/users* — gerenciamento de login e cadastro;
- */api/document* — criação, edição, recuperação e exclusão de documentos;
- */api/upload* — envio e armazenamento de arquivos;
- */document*, */login*, */home*, etc. — rotas de páginas HTML servidas pelo *frontend*.

Com essa estrutura modular, a aplicação garante separação entre interface, lógica de negócio e armazenamento de dados, facilitando manutenções e futuras expansões. Um esquema da arquitetura da aplicação pode ser visto na Figura 5

Na Figura 1, é apresentado um fluxograma geral do funcionamento da aplicação HandSign, que apresenta de maneira resumida, as principais funcionalidades do *frontend* e do

*backend*.

Figura 5 – Arquitetural da Aplicação HandSign



Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.4 Funcionalidades implementadas

Nessa seção é apresentada de maneira mais detalhada as principais funcionalidades implementadas na aplicação HandSign. Descrevendo seus objetivos, funcionamento e importância para a acessibilidade.

#### 3.4.1 Autenticação de usuários

A aplicação conta com um sistema de login e cadastro protegido por autenticação JWT (JSON Web Tokens), garantindo que apenas usuários registrados possam criar, editar e gerenciar seus respectivos documentos. As senhas são armazenadas de forma segura, no *backend*, graças ao uso da biblioteca *bcrypt*, mantendo assim, a aplicação segura.

#### 3.4.2 Criação e edição de documentos

A aplicação oferece um editor de documentos baseado em HTML semântico, permitindo que usuários criem e editem textos de forma visual e interativa. A funcionalidade utiliza

a *tag contenteditable*, que transforma elementos da página em campos editáveis diretamente pelo usuário. O editor conta com barra de ferramentas para estilização do texto, aplicação de formatação e inserção de imagens. Essa abordagem facilita a criação de conteúdos organizados e acessíveis para tecnologias assistivas.

### **3.4.3 Tradução automática com VLibras**

Para tornar os documentos criados mais acessíveis à comunidade surda, a aplicação integra o plugin VLibras diretamente em sua interface. O usuário pode selecionar trechos do documento ou enviar todo o conteúdo para tradução automática em LIBRAS, exibida por um avatar animado no canto da tela.

### **3.4.4 Gravação da tradução em vídeo**

Após a exibição da tradução pelo VLibras, a aplicação possibilita a gravação da interpretação por meio do método *getDisplayMedia()* e da interface *MediaRecorder*. Essa função captura a janela onde o avatar do VLibras está sendo exibido junto ao documento, gera um arquivo de vídeo no formato *.webm* e o disponibiliza para upload no *backend*, onde será armazenado para vinculação ao documento.

### **3.4.5 Upload de vídeos externos**

Como alternativa à gravação local do VLibras, a aplicação permite ao usuário inserir *links* de vídeos de tradução previamente produzidos, hospedados no Youtube. Essa funcionalidade reconhece a maior confiabilidade de traduções realizadas por intérpretes humanos e amplia a versatilidade do sistema.

### **3.4.6 Geração de QR Code**

Tanto para vídeos gravados localmente quanto para vídeos externos, a aplicação gera automaticamente um QR Code vinculado ao *link* do vídeo de tradução. Esse QR Code é inserido ao final do documento criado, permitindo que versões impressas ou digitais direcionem rapidamente o leitor surdo ao conteúdo traduzido em LIBRAS.

### ***3.4.7 Geração de PDF com português simplificado***

Para facilitar ainda mais a compreensão textual, a aplicação oferece a opção de gerar um PDF com uma versão do documento em português simplificado. O usuário, com o apoio de um intérprete, insere manualmente o texto simplificado por meio de um campo específico, e a biblioteca jsPDF converte esse conteúdo em um arquivo PDF. O sistema armazena o PDF gerado no *backend* e vincula um QR Code ao seu *link*, esse QR Code é adicionado ao final do documento original, permitindo acesso à versão simplificada.

## **3.5 Acessibilidade implementada**

Um dos pilares centrais no desenvolvimento da aplicação HandSign, foi a acessibilidade, para garantir que pessoas surdas tenham acesso facilitado aos documentos criados, tanto no ambiente digital quanto impresso. Assim, as principais práticas aplicadas durante a implementação foram:

### ***3.5.1 Uso de HTML semântico***

O editor de documentos foi estruturado com elementos semânticos do HTML5, como `<h1>`, `<button>`, `<p>`, entre outros, permitindo que, ferramentas de acessibilidade no geral, interpretem corretamente o conteúdo. Essa prática melhora significativamente a navegabilidade, e a usabilidade geral do sistema.

### ***3.5.2 Design responsivo e legível***

A interface do HandSign foi desenvolvida com foco em responsividade, permitindo seu uso em diferentes dispositivos. Além disso, foram adotados contrastes adequados de cores e tamanhos de fonte legíveis, seguindo as diretrizes de acessibilidade do W3C.

### ***3.5.3 Possibilidade do uso de português simplificado***

Considerando que muitas pessoas surdas têm o português como segunda língua e podem apresentar dificuldades na compreensão de textos complexos, além de nem sempre estarem familiarizadas com o uso do VLibras ou preferirem ler o conteúdo em uma linguagem mais simples, a aplicação oferece a geração de PDFs com versão simplificada do documento.

Nessa funcionalidade, o próprio usuário insere o texto adaptado, tornando o material mais claro, objetivo e adequado à realidade linguística da comunidade surda.

#### **3.5.4 *Interpretação em LIBRAS integrada***

A aplicação facilita a compreensão por parte do usuário surdo ao disponibilizar a geração da tradução do documento diretamente com o VLibras, além de possibilitar a gravação dessa tradução em vídeo para posterior vinculação ao documento. Adicionalmente, buscando maior versatilidade e confiabilidade, o sistema permite que o criador do documento envie vídeos de tradução produzidos externamente, como gravações realizadas por intérpretes humanos. Dessa forma, a plataforma oferece diferentes alternativas de interpretação em LIBRAS.

#### **3.5.5 *Geração de QR Codes para acesso prático***

Por fim, para garantir que documentos digitais e impressos sejam acessíveis, a aplicação gera QR Codes que redirecionam para os vídeos de tradução em LIBRAS ou para a versão simplificada do texto. Essa estratégia amplia o acesso ao conteúdo, independentemente do formato do documento.

### **3.6 Validação e testes**

Os testes da aplicação HandSign foram realizados com o objetivo de assegurar seu correto funcionamento, robustez, acessibilidade e adequação aos objetivos propostos. Para isso, foram realizados diferentes tipos de testes, abordando aspectos técnicos essenciais para um protótipo funcional e confiável.

Os resultados obtidos com a execução desses testes são discutidos posteriormente na seção 4.2. Assim, esta seção tem como foco descrever os testes realizados, deixando claro quais tipos de testes foram executados.

Inicialmente, foram realizados os testes funcionais, visando verificar se as principais funcionalidades implementadas, já citadas na seção 3.4, operam conforme esperado, também foram conduzidos testes que verificaram como a aplicação se comportou diante de situações inesperadas, como entradas inválidas. Em seguida, os testes de acessibilidade, realizados por meio da ferramenta Google Lighthouse (GOOGLE, 2025), com o objetivo de atender as diretrizes mais relevantes de acessibilidade na web. Além de testes de estresse, que analisaram a

performance e a escalabilidade do sistema. De modo geral, o sistema apresentou um resultado satisfatório diante dos testes, considerando-se que se trata ainda de um protótipo.

### **3.7 Considerações finais**

Neste capítulo, foram descritas a abordagem proposta para o desenvolvimento da aplicação HandSign, as tecnologias utilizadas, a arquitetura do sistema e as principais funcionalidades implementadas. As decisões técnicas adotadas buscaram garantir simplicidade, segurança e acessibilidade, visando atender às necessidades da comunidade surda por meio de um editor de documentos com suporte à tradução em LIBRAS, gravação de vídeos de interpretação ou uso de vídeos externos, inserção de textos em português simplificado, além da geração de QR Codes vinculados a esses materiais de acessibilidade. Essas estratégias, aliadas aos testes de validação realizados, demonstram o potencial da aplicação como ferramenta inclusiva, capaz de ampliar o acesso à informação em diferentes contextos, tanto digitais quanto físicos.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os principais resultados obtidos com o desenvolvimento da aplicação HandSign, discutindo suas funcionalidades, limitações e contribuições para a ampliação da acessibilidade destinada a pessoas surdas. Inicialmente, é demonstrado o funcionamento das principais funcionalidades implementadas, em seguida, são apresentados os resultados dos testes realizados na aplicação, seguido pela análise das limitações identificadas durante o processo de desenvolvimento e, por fim, será realizada uma discussão crítica dos resultados, destacando o impacto potencial da plataforma na promoção da acessibilidade em ambientes digitais e físicos.

### 4.1 Demonstração das funcionalidades implementadas

Nesta seção, é demonstrado o funcionamento prático das principais funcionalidades implementadas na aplicação HandSign.

#### 4.1.1 Autenticação de usuários

O sistema conta com funcionalidades de login e cadastro protegidas por autenticação JWT, além de armazenamento seguro das senhas com criptografia. Dessa forma, apenas usuários autorizados podem visualizar, editar e deletar seus documentos.

Figura 6 – Tela de cadastro da aplicação HandSign

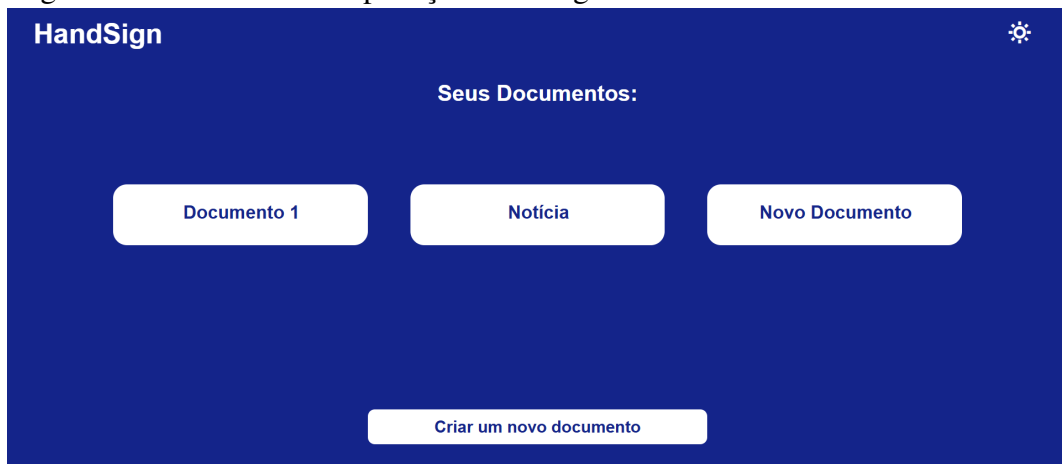


Fonte: Elaborado pelo autor

### 4.1.2 Criação e edição de documentos

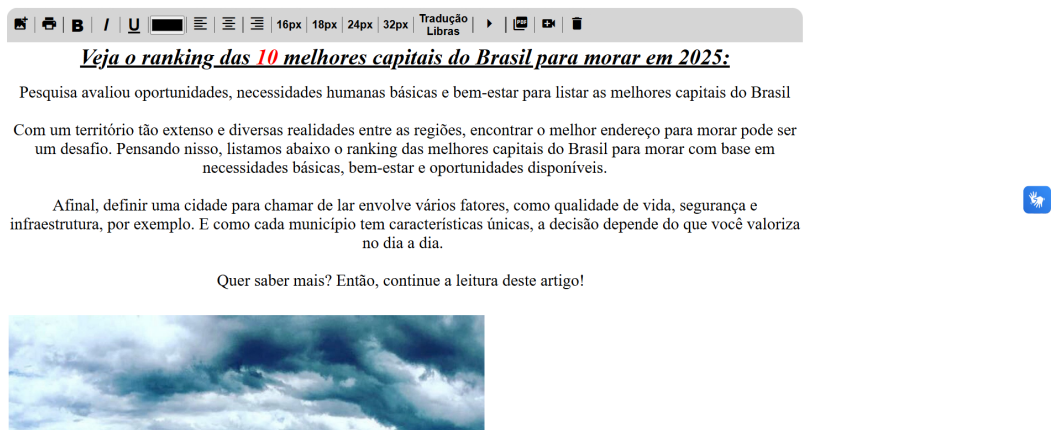
Na Figura 7, é apresentada a tela inicial da aplicação, que exibe os documentos do usuário e permite criar novos arquivos, acessar documentos já criados e alternar entre os temas claro e escuro. A aplicação oferece um editor de documentos que permite aos usuários criar e editar textos de forma visual e interativa. O editor conta com uma barra de ferramentas para estilização do texto, conforme ilustrado na Figura 8, onde diferentes estilos foram aplicados ao texto de exemplo.

Figura 7 – Tela inicial da aplicação HandSign



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8 – Tela de visualização e edição de documentos da aplicação HandSign  
Documento 1



Fonte: Elaborado pelo autor

### 4.1.3 Tradução automática com VLibras

A aplicação integra o plugin VLibras diretamente em sua interface, permitindo que o usuário selecione trechos do documento ou envie todo o conteúdo para tradução automática em LIBRAS, acessada por meio do botão "Tradução em Libras", conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 – Tela de visualização e edição de documentos, com o VLIBRAS ativado



### 4.1.4 Gravação da tradução em vídeo

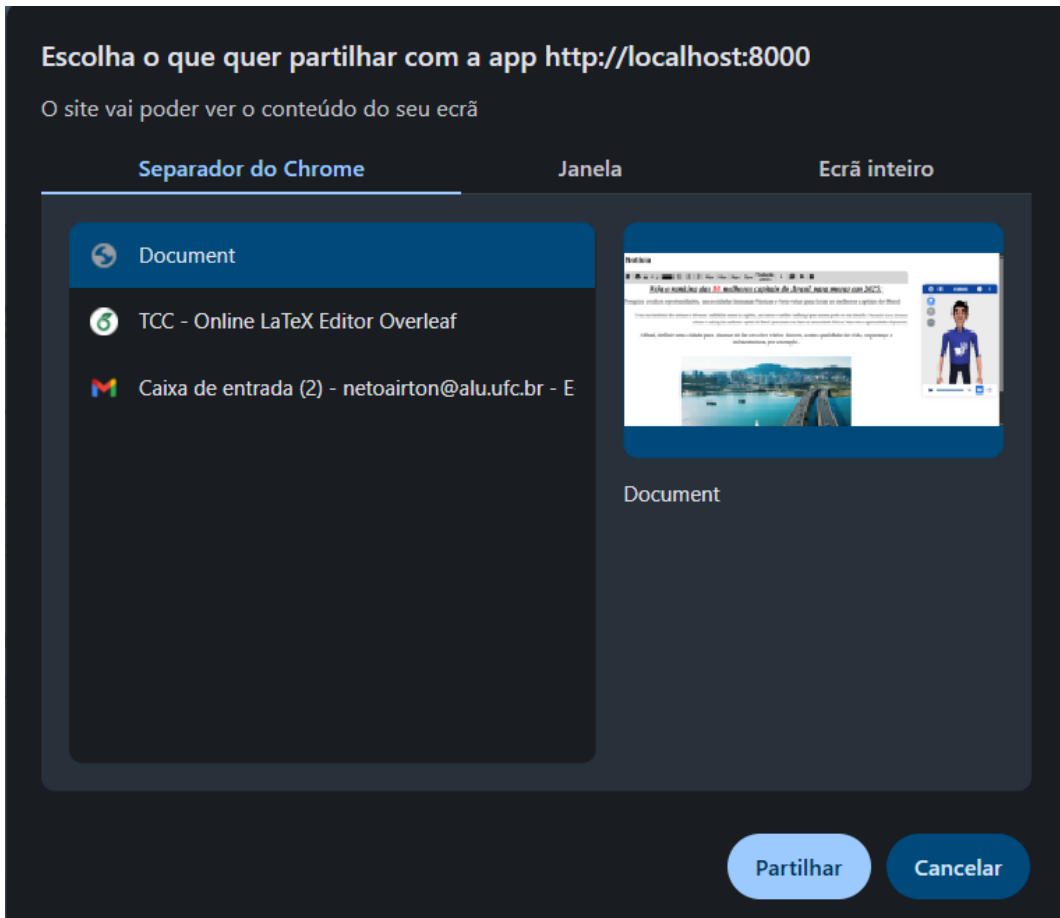
Com o início da tradução pelo VLibras, a aplicação possibilita a gravação da interpretação. Para isso, o usuário seleciona o ícone de "play" na barra de ferramentas e, em seguida, seleciona a janela da aplicação para ser gravada, como visto na Figura 10.

Na Figura 11, é apresentada a tela da aplicação sendo gravada enquanto a tradução está em execução.

### 4.1.5 Upload de vídeos externos

Como alternativa à gravação local, a aplicação permite que o usuário insira links de vídeos de tradução previamente produzidos e hospedados no YouTube. Para isso, o usuário seleciona o ícone de câmera com símbolo de "+", e em seguida insere o link do vídeo no campo de entrada, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 10 – Tela de escolha da janela que o usuário deseja gravar, para gerar o QR Code



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11 – Tela da aplicação sendo gravada com a tradução acontecendo



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.1.6 Geração de PDF com português simplificado

Para facilitar a compreensão textual, a aplicação oferece a opção de gerar um PDF com uma versão do documento em português simplificado. O usuário insere manualmente o

Figura 12 – Campo de entrada para o usuário enviar *link* do vídeo do Youtube, para gerar o QR Code

The screenshot shows a dark-themed interface. At the top, it says "localhost:8000 diz". Below that, the instruction "Cole o link do vídeo que deseja adicionar:" is displayed. A large, empty text input field is provided for the user to paste the link. At the bottom right, there are two buttons: a light blue "OK" button and a dark blue "Cancelar" button.

Fonte: Elaborado pelo autor

texto adaptado em um campo específico, acessível ao selecionar o ícone "PDF", na barra de ferramentas.

#### 4.1.7 Geração de QR Code

Para vídeos gravados localmente, vídeos externos e documentos com português simplificado, a aplicação gera automaticamente um QR Code vinculado ao *link* correspondente. Esse QR Code é inserido ao final do documento criado, como demonstrado nas Figuras 13 e 14.

Figura 13 – QR Code contendo *link* para vídeo gravado na aplicação ou externo  
Notícia

The image shows two parts of a news article interface. On the left, a text editor toolbar is visible at the top, with options for bold, italic, underline, and font size. Below the toolbar, the article title is "**Veja o ranking das 10 melhores capitais do Brasil para morar em 2025:**". The text below reads: "Pesquisa avaliou oportunidades, necessidades humanas básicas e bem-estar para listar as melhores capitais do Brasil". A sub-section of text says: "Com um território tão extenso e diversas realidades entre as regiões, encontrar o melhor endereço para morar pode ser um desafio. Pensando nisso, listamos abaixo o **ranking** das melhores capitais do Brasil para morar com base em necessidades básicas, bem-estar e oportunidades disponíveis." Another paragraph states: "Afinal, definir uma cidade para chamar de lar envolve vários **fatores**, como qualidade de vida, segurança e infraestrutura, por exemplo." Below the text is a blue button labeled "Vídeo em LIBRAS:" with a QR code and a hand icon. On the right, a video player window titled "VLBRAS" shows a 3D avatar of a man in a blue shirt with a white hand icon on the chest. At the bottom of the video player, it says "Clique em um texto para traduzi-lo."

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14 – QR Code contendo *link* para PDF com Português simplificado



Fonte: Elaborado pelo autor

## 4.2 Resultados dos testes e validação

Esta sessão apresenta os resultados de validação e dos testes realizados na aplicação HandSign, descritos na seção 3.6. Os resultados apresentados nesta seção permitem destacar tanto os pontos fortes quanto as limitações do protótipo desenvolvido, servindo de base para futuras melhorias.

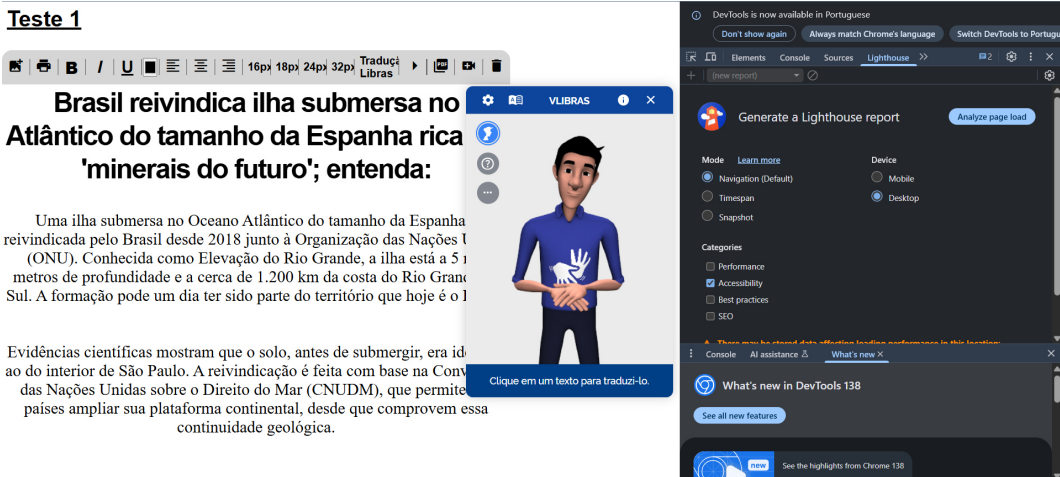
### 4.2.1 Testes de acessibilidade

Os testes de acessibilidade foram realizados com o objetivo de avaliar o nível de conformidade da interface da aplicação HandSign em relação às diretrizes de acessibilidade para conteúdos web (WCAG), elaboradas pelo W3C. Para isso, foi utilizada a ferramenta Google Lighthouse, disponível nas DevTools do navegador Google Chrome. Trata-se de uma ferramenta de fácil utilização, mas que agrega grande valor ao processo de desenvolvimento, permitindo avaliar e aprimorar aspectos essenciais de acessibilidade.

Para realizar o teste, as páginas da aplicação foram acessadas, e para cada página, foi gerado um relatório no Google Lighthouse, selecionando a opção “Accessibility” para avaliação dos critérios de acessibilidade. Foram analisados itens como: Uso de HTML semântico nos elementos da interface, presença de textos alternativos (alt-text) em imagens, quando aplicável, contraste adequado entre cores de texto e fundo, identificação clara de botões e ícones, com *labels* apropriadas e responsividade da interface em diferentes tamanhos de tela.

A aplicação obteve pontuação máxima (100/100) em acessibilidade nos testes realizados, em todas as telas. Esse resultado indica que, dentro dos critérios automatizados avaliados pela ferramenta, a aplicação apresenta alto grau de conformidade com as diretrizes de acessibi-

Figura 15 – Google Lighthouse pronto para analisar a aplicação



Fonte: Elaborado pelo autor

idade web, favorecendo o uso por pessoas com diferentes deficiências, incluindo deficiência auditiva.

Figura 16 – Google Lighthouse com a pontuação do sistema em acessibilidade



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.2.2 Opinião de usuários sobre a aplicação

Para complementar a validação voltada à acessibilidade, foram coletadas opiniões de dois usuários aos quais foram apresentados a aplicação HandSign em sua versão atual. Um dos usuários, é surdo, e o outro intérprete de LIBRAS. Ambos avaliaram o protótipo de forma positiva, destacando a facilidade de uso e a relevância das funcionalidades para ampliar a acessibilidade de pessoas surdas.

O intérprete ressaltou que a possibilidade de inserir vídeos produzidos por intérpretes humanos representa um diferencial importante, garantindo maior naturalidade à comunicação.

E ambos os usuário apontaram como destaque a opção de gerar QR Codes integrados aos documentos, considerando essa funcionalidade bastante prática e útil tanto para materiais digitais quanto impressos.

Essas opiniões reforçam a potencial contribuição da aplicação para a produção de documentos mais inclusivos, alinhando-se aos objetivos deste trabalho de promover a acessibilidade e ampliar o alcance de conteúdos textuais para a comunidade surda.

#### **4.2.3 Testes funcionais**

Os testes funcionais foram realizados com o objetivo de verificar as principais funcionalidades do sistema, além de como a aplicação se comporta diante de entradas inválidas e situações inesperadas, com o intuito de garantir que eventuais erros do usuário não comprometam a integridade do sistema.

Uma parte dos resultados dos testes funcionais encontram-se descritos no Apêndice A, uma vez que consistem majoritariamente em testes básicos que apenas verificam o funcionamento das principais funcionalidades da aplicação.

Nesta sessão foram simuladas diferentes situações de uso incorreto ou inserção de dados inválidos, verificando se a aplicação exibe mensagens de erro adequadas e mantém seu funcionamento normal após tais eventos. Os testes contemplaram as principais funcionalidades do sistema: login, cadastro, *upload* de vídeos externos, gravação de vídeo e criação e edição de documentos, como descrito no Quadro 6.

Como resultado, todos os testes realizados apresentaram resultados satisfatórios, demonstrando que a aplicação possui mecanismos básicos de tratamento de erros e mantém sua estabilidade mesmo diante de entradas inválidas. Em todos os casos, o sistema identificou a ação inesperada, exibiu uma mensagem de erro clara para o usuário, quando necessário, e não ocorreram travamentos, interrupções do fluxo ou falhas na aplicação.

#### **4.2.4 Testes de estresse**

Os testes de estresse foram realizados com o objetivo de avaliar a robustez e o desempenho da aplicação HandSign quando submetida a cargas de uso superiores às condições normais de operação, simulando situações de alta demanda ou uso intensivo em curto espaço de tempo.

Foram realizados os seguintes testes:

Quadro 6 – Testes funcionais

Teste	Entrada / Ação Simulada	Resultado Esperado	Resultado Obtido
Cadastro com campos vazios	Campos de e-mail ou senha em branco	Mensagem de erro solicitando preenchimento obrigatório	Mensagem exibida corretamente, sem travamentos
Login com credenciais inválidas	E-mail não cadastrado ou senha incorreta	Mensagem de erro informando credenciais inválidas	Mensagem exibida corretamente, acesso não autorizado
Inserção de <i>link</i> externo inválido	URL que não seja do YouTube ou campo vazio	Bloqueio do envio com mensagem de erro	Mensagem de erro exibida, ação bloqueada corretamente
Inserção de código malicioso no documento	<i>Tags</i> de <i>script</i> ou HTML potencialmente perigosas	Inserção tratada como texto, sem execução de <i>scripts</i>	Código exibido como texto normal, sem execução
Interrupção da gravação de vídeo antes do término	Cancelamento da gravação antes de salvar	Gravação cancelada sem gerar QR Code	Gravação cancelada corretamente

Fonte: Elaborado pelo autor

- *Uploads* consecutivos de vídeos: Foram enviados 10 vídeos em sequência, utilizando a funcionalidade de gravação. Durante o processo, foi observado um pequeno travamento no início dos últimos 2 vídeos gerados, mas aceitável. Além disso, nenhuma falha na integridade dos arquivos armazenados no *backend*, ou no documento, foi observada.
- Criação rápida de documentos: Foram criados 15 documentos novos em sequência, com textos curtos, avaliando se todos foram salvos corretamente e se continuaram listados na tela inicial da aplicação. Não foram observados problemas durante o teste; contudo, destaca-se que o sistema realiza o salvamento automático do conteúdo com um intervalo de aproximadamente 1 segundo após a escrita, ou inserção de uma mídia. Dessa forma, caso o usuário apenas copie e cole um texto e saia imediatamente, há risco de o conteúdo não ser salvo. Ao aguardar esse intervalo mínimo, o salvamento ocorreu conforme esperado, sem erros.
- Gravação de vídeo de longa duração: Foi realizada uma gravação de vídeo com duração aproximada de 5 minutos, avaliando a geração, o armazenamento e a qualidade do arquivo resultante. O vídeo apresentou qualidade gráfica adequada, mas foi observado um pequeno travamento na animação do VLibras durante a gravação. Embora esse travamento não tenha comprometido a compreensão geral do vídeo, reforça-se que traduções produzidas por intérpretes humanos ou vídeos externos (por exemplo, do YouTube) oferecem melhor fluidez de sinalização e confiabilidade.

Assim, os testes de estresse demonstraram que a aplicação HandSign apresenta desempenho satisfatório em condições de uso intensivo para o contexto de protótipo, principalmente quando se considera que o tempo de resposta do sistema permaneceu aceitável, considerando as limitações do modelo de armazenamento local em arquivos JSON, e além disso, todas as ações foram concluídas sem falhas ou travamentos significativos do sistema. As pequenas limitações observadas não comprometeram a usabilidade geral do sistema, mas indicam oportunidades de melhorias para o futuro.

### **4.3 Limitações observadas**

Com base nos testes realizados, e no que já foi discutido nos Capítulos anteriores sobre acessibilidade, foram identificadas algumas limitações presentes na aplicação HandSign, as quais podem ser aprimoradas em futuras iterações de desenvolvimento. As principais limitações observadas são apresentadas nas subseções a seguir. Vale destacar que nenhuma dessas limitações compromete o funcionamento geral da aplicação, tratando-se apenas de aspectos que, embora não inviabilizem seu uso, podem ser melhorados para garantir maior robustez, escalabilidade e qualidade de experiência para os usuários.

#### **4.3.1 Dependência do VLibras**

A tradução automática do conteúdo textual para LIBRAS está condicionada ao funcionamento do plugin VLibras. Dessa forma, eventuais indisponibilidades ou alterações na API do VLibras podem impactar diretamente o uso da aplicação. Além disso, vale destacar que o próprio VLibras apresenta algumas limitações, como a presença de travamentos em animações longas, e a ausência de uma funcionalidade que sinalize em tempo real, no texto original, o trecho que está sendo traduzido pelo avatar animado.

#### **4.3.2 Necessidade de mais testes com usuários surdos e intérpretes**

Os testes realizados nesta fase foram principalmente de caráter técnico e funcional, apesar da avaliação de 2 usuários, seria relevante testes de usabilidade com mais pessoas surdas ou intérpretes de LIBRAS, o que é fundamental para avaliar a fundo a acessibilidade e as funcionalidades da aplicação na experiência real de uso.

### 4.3.3 Armazenamento local de vídeos e PDFs

Atualmente, o armazenamento dos vídeos e PDFs gerados pela aplicação é realizado localmente no *backend*. Em um cenário real, seria mais adequado utilizar serviços de hospedagem externa ou gerenciamento em nuvem, buscando maior escalabilidade e disponibilidade do sistema.

### 4.3.4 Ausência de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados

Por se tratar de um protótipo, a aplicação utiliza apenas arquivos JSON locais para armazenar as informações dos usuários e seus documentos. A ausência de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) limita operações mais complexas de consulta, segurança e integridade dos dados, além de prejudicar a escalabilidade da aplicação, como mencionado na seção anterior.

### 4.3.5 Falta de um gerador automático de texto simplificado

Por fim, outra limitação que pode ser trabalhada em versões futuras é a implementação de um recurso de geração automática de texto simplificado a partir do documento original. Essa funcionalidade pode ser implementada por meio de APIs de inteligência artificial, como o ChatGPT. No entanto, essa funcionalidade só não está disponível na aplicação por conta de limitações dessas ferramentas, nesse caso, principalmente o custo da sua utilização. Porém a implementação é bem simples, como é possível ver no Código-fonte 1, em que é vista a chamada a API da OpenAi para simplificar o texto do documento, e em seguida é enviado de volta a resposta dessa requisição.

```
1 const completion = await openai.chat.completions.create({
2   model: "gpt-3.5-turbo",
3   messages: [
4     {
5       role: "system",
6       content: "Você é um assistente que simplifica textos
7               para leitura acessível de pessoas surdas."
8     },
9   ],
10  })
```

```
9         role: "user",
10        content: `Simplifique o seguinte texto mantendo o
                sentido principal, levando em consideração que será
                passado para uma pessoa surda:\n\n${text}`
11    }
12  ]
13  });
14
15  const simplified = completion.choices[0].message.content.
    trim();
16  res.json({ simplified });
```

Código-fonte 1 – Chamada da API da OpenAi para gerar o texto em Português simplificado

#### 4.4 Discussão dos resultados

Os resultados obtidos com o desenvolvimento da aplicação HandSign sugerem o seu potencial como ferramenta de apoio à inclusão digital e comunicacional de pessoas surdas. Ao possibilitar a criação de documentos acessíveis com tradução para a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), a aplicação amplia significativamente as formas de comunicação entre ouvintes e surdos, especialmente em contextos educacionais, administrativos e informativos.

Um dos diferenciais do sistema é a geração automática de QR Codes vinculados aos vídeos de tradução, ou PDFs com Português simplificado, o que permite que materiais impressos também se tornem acessíveis. Essa funcionalidade amplia o alcance da acessibilidade para além do ambiente web, permitindo que a pessoa surda acesse a tradução em LIBRAS diretamente em seu dispositivo móvel ao escanear o QR Code presente no documento físico ou digital.

Além disso, a possibilidade de utilizar vídeos produzidos por intérpretes humanos, em substituição à tradução automática, fortalece a confiabilidade da comunicação, proporcionando maior naturalidade e fluidez na sinalização. Da mesma forma, o recurso de inserção de textos em português simplificado contribui significativamente para a compreensão textual, uma vez que muitas pessoas surdas têm o português como segunda língua e podem enfrentar dificuldades com textos complexos. Ao disponibilizar versões simplificadas, a aplicação amplia a acessibilidade, permitindo que conteúdos antes pouco compreendidos se tornem mais claros e

efetivos para esse público.

Por fim, os testes de validação demonstraram que, mesmo sendo um protótipo, a aplicação HandSign apresenta desempenho estável e cumpre seus objetivos principais, demonstrando viabilidade como solução inclusiva. Futuras melhorias poderão ampliar ainda mais seu impacto em acessibilidade, e com melhorias técnicas, como a inclusão de um SGBD, a aplicação pode facilmente ser disponibilizada para o público geral, tornando-se uma ferramenta essencial no apoio à acessibilidade para a comunidade surda.

## 5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho, foi proposta uma solução acessível com o intuito de melhorar o acesso a conteúdos digitais e físicos por pessoas surdas. Para isso, foi implementado um editor de texto que já conta com a integração do tradutor VLibras e a funcionalidade de gravação de vídeos, permitindo registrar a tradução realizada pelo VLibras. Além disso, foram incluídas opções como a possibilidade de adicionar um vídeo de tradução feito por um intérprete humano e a inserção de textos em português com linguagem simplificada, voltados para pessoas surdas que prefiram a leitura ao invés de assistir ao vídeo.

Para acessar esses materiais, são gerados QR Codes vinculados às mídias, inseridos ao final do documento. Dessa forma, tanto materiais disponibilizados na web quanto documentos impressos tornam-se mais acessíveis. Também foi discutida a possibilidade de utilizar uma API de modelos de inteligência artificial para gerar automaticamente o texto simplificado. Embora essas soluções ainda apresentem limitações, como a necessidade de pagamento para uso, vale apontar essa possibilidade para trabalhos futuros, considerando que tais modelos tendem a evoluir e a se tornarem mais acessíveis.

Com os testes e validações realizadas, observou-se que o protótipo atende muito bem às funcionalidades planejadas, dentro das limitações esperadas para um sistema em estágio inicial. Questões relacionadas à escalabilidade e ao armazenamento de dados podem ser resolvidas de maneira simples com a implementação de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), medida necessária em caso de lançamento futuro da aplicação. Em relação às funcionalidades, a principal melhoria sugerida é a introdução da geração de textos simplificados por meio de inteligência artificial, como citado anteriormente, podendo posteriormente ser editado e melhorado pelo usuário que está construindo o documento.

Portanto, propõe-se, para trabalhos futuros, a correção dessas limitações visando um resultado ainda mais satisfatório em termos de acessibilidade para pessoas surdas. Por fim, destaca-se que a aplicação pode ser expandida, com estudos mais aprofundados, para integrar diferentes ferramentas de acessibilidade voltadas a outros públicos, transformando-se em um editor de texto completo, com um conjunto considerável de recursos acessíveis, não apenas destinados a pessoas surdas, mas ao público PCD em geral.

## REFERÊNCIAS

- BATISTA, L. d. S.; NAVARRO, A. d. M.; KUMADA, K. M. O. Análise sobre jogos digitais bilíngues para surdos: um caminho para o letramento e a inclusão digital. In: **Anais da Revista Brasileira de Informática na Educação**. [s.n.], 2023. (Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 31), p. 352–377. Disponível em: <<https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/2933>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF. 2002.** Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/l10436.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm)>. Acesso em: 22 abr. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Ensino de Língua Portuguesa para Surdos: Caminhos para a Prática Pedagógica – Volume 1.** 2004. Disponível em: <<https://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lpvol1.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2025.
- CEWEB.BR. **Cartilha de Acessibilidade na Web (Fascículo III).** 2018. Disponível em: <<https://acervo.ceweb.br/acervos/conteudo/8ed1493c-7c5c-489d-9d78-80339261aea2>>. Acesso em: 25 abr. 2025.
- CORRÊA YGOR; PEDUZZI GOMES, R. G. R. V. A inclusão digital de surdos por meio de sites acessíveis em libras: uma comunicação de mão única? **RENOTE**, v. 15, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/75170/0>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- FILHO, S. N. M. **Análise de traduções dos aplicativos Hand Talk e VLibras: uma reflexão sobre o uso de tradutores virtuais de Português-Libras no contexto da EaD como ferramenta de apoio para alunos surdos no Brasil.** 2022. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/29517>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- GAIO, R. d. L. **STILL: Sistema Tradutor Inteligente de LIBRAS com Luva.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Ciência da Computação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/13313/3/RLGaio.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- GOMES, E. A. Vídeo-aula em libras: Contribuições da multimodalidade para a construção do discurso verbo-visual. **LinguaSagem**, v. 31, n. 1, p. 153–167, 2019. Disponível em: <<https://www.linguasagem.ufscar.br/index.php/linguasagem/article/view/506/285>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- GOOGLE. **Introduction to Lighthouse.** 2025. Disponível em: <<https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/overview?hl=pt-br>>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- GUARISI, A. V.; FIGUEIREDO, A. M. D. O. Sistema de tradução de vídeos de libras para o português. In: **Anais do XVI Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica e IX Congresso Fluminense de Pós-Graduação.** Campos dos Goytacazes (RJ): Even3, 2024. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/xvi-confict-ix-conpg-445276/841927-sistema-de-traducao-de-videos-de-libras-para-o-portugues/>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

HAND TALK. **Tradutor automático para Libras**. s.d. Disponível em: <<https://www.handtalk.me/br/>>. Acesso em: 25 abr. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE ENSINO. **Regionalismo em Libras: conheça um pouco sobre as variações linguísticas pelo país**. s.d. Disponível em: <<https://www.blog.institutoine.com.br/regionalismo-em-libras-conheca-um-pouco-sobre-as-variacoes-linguisticas-pelo-pais/#:~:text=Pois%20%C3%A9%20assim%20como%20a,de%20uma%20localidade%20para%20outra.>> Acesso em: 22 abr. 2025.

LEMOS, S. **Mais de 10 milhões de brasileiros apresentam algum grau de surdez**. 2023. Jornal da USP. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/mais-de-10-milhoes-de-brasileiros-apresentam-algum-grau-de-surdez/>>. Acesso em: 22 abr. 2025.

LIMA, C. J. d.; LIMA, E. G. d. O.; SILVA, N. C. d.; NETO, J. d. S. C. Tecnologia assistiva e tradução para libras: desafios da ferramenta de tradução automática de vídeos vlibras. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. 1–15, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20720>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

LIMA, K. d. S. B.; CARVALHO, M. M. A oferta da janela de libras com múltiplos tradutores na obra fílmica “a hora da estrela” – uma análise a partir da gramática do design visual. **(Con)Textos Linguísticos**, v. 16, n. 33, p. 208–224, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/contextoslinguisticos/article/view/37511/25649>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

LUIZ, A. d. S. *et al.* Avaliando a qualidade do software vlibras segundo iso/iec 9126. **Revista Perspectivas em Ciências Tecnológicas**, FATECE, v. 10, n. 1, p. 49–63, 2021. Disponível em: <<https://fatece.edu.br/arquivos/arquivos-revistas/perspectiva/volume10/Abner%20da%20Silva%20Luiz%20et%20al.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2025.

MELO, L. M.; NASCIMENTO, V. Tradução audiovisual do português para a libras a partir do gênero institucional de divulgação científica. **Letras & Letras**, v. 37, n. 2, p. 271–291, 2021. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/letraseletras/article/view/57455/33071>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

MONTEIRO S. S.; SANTANA, J. A. d. S. R. R. P. S. E. T. M. Língua brasileira de sinais - libras na formação de professores: o que dizem as produções científicas. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 7, n. 4, p. 120–128, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/6292/4702>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

NASCIMENTO, V. Tradução e interpretação audiovisual da Língua de sinais (tials) no Brasil: Um estudo de recepção sobre as janelas de libras na comunidade surda. **Cadernos de Tradução**, v. 41, n. esp. 2, p. 163–201, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/traducao/article/view/84362/48170>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

OLIVEIRA, A. M. D. d. **Compatibilidade entre as ferramentas VLibras e HandTalk com plataformas de ensino de programação Scratch e Code.Org**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) – Centro de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2024. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/20a9ea80-2fb3-4659-aa8d-8ff4476681a3/content>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Saúde auditiva**. 2021. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/topicos/saude-auditiva>>. Acesso em: 22 abr. 2025.
- PIMENTEL, K. S. *et al.* Produção e avaliação de vídeos em libras para educação em saúde. **Revista Educação Especial**, v. 31, n. 60, p. 181–196, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/24101/pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- PINTO, L. V. L. *et al.* Khalibras: Comunicação inclusiva através de uma aplicação web. In: . [S.l.: s.n.]. In: PÔSTERES E DEMONSTRAÇÕES - SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS (IHC), 22., 2023, Maceió/AL. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 123–127. DOI: <[https://doi.org/10.5753/ihc\\_estendido.2023.233755](https://doi.org/10.5753/ihc_estendido.2023.233755)>. Acesso em: 09 jul. 2025.
- REIS, L. S. **Avaliação do tratamento de aspectos gramaticais de tradutores automáticos do português brasileiro para libras**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/15582>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- SANTIAGO, V. d. A. A.; LACERDA, C. B. F. d. O intérprete de libras no contexto da pós-graduação: Um olhar para o gênero do discurso. **Cadernos de Tradução**, v. 41, n. esp. 2, p. 107–127, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/traducao/article/view/85313/48168>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- SANTOS, L. C. B. d. **Desenvolvimento de uma estratégia para monitoramento de estatísticas de utilização da Suíte VLibras**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Centro de Informática, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/31633>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- SANTOS, S. K. d. S. d. L. Usuários surdos e acessibilidade à informação em sítios web do governo brasileiro. **Informação em Pauta**, v. 5, n. 1, p. 219–220, 2020. Resumo de Dissertações e Teses. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/52748>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- SCHLINDWEIN, A. F.; ROCHA, D. S. Libras e tecnologia: práticas translíngues na produção de youtubers surdos. **DELTA: Documentação de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada**, v. 39, n. 1, p. 1–27, 2023. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/delta/a/jDnPP9Z8bKr8SkDfpQMx6Mb/?lang=pt>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- SERAFIM, C. C. **Acessibilidade digital: capacidade de ampliação da ferramenta VLibras para o universo dos surdos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão de Políticas Públicas) – Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: <[https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24482/1/2019\\_C%C3%A1tiaCileneSerafim\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24482/1/2019_C%C3%A1tiaCileneSerafim_tcc.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- SILVA, D. V. d.; ESTEVAM, V.; MENOTTI, D. Less is more: concatenating videos for sign language translation from a small set of signs. **arXiv preprint arXiv:2409.01506**, 2024. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2409.01506>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- SILVA, J. F. S. d. **Uma análise comparativa entre os aplicativos de tradução da língua portuguesa para a Libras Hand Talk e VLibras**. 2021. Trabalho de

Conclusão de Curso (Especialização em Libras – EAD) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Patos, Patos–PB, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1288>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SILVA, V. M. V. d.; COSTA, R. Uma proposta de tradutor automático com análise de emoções de textos em português brasileiro para libras. **Comunicações em Informática**, v. 5, n. 1, p. 6–9, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufpb.br/index.php/cei/article/view/57301/33795>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SOUSA ALEXANDRE MELO DE; LIMA, I. Q. d.; JUNIOR, J. R. d. S. Libras e acessibilidade em vídeos para surdos: discussões e diretrizes. **Philologus**, n. 74, p. 221–232, 2019. Disponível em: <<https://revistaphilologus.org.br/index.php/rph/article/view/1084/1154>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SOUZA, E. S. d. **A segmentação retórica na legendagem para surdos e ensurdecidos de vídeos em Libras**. 2022. Dissertação (Mestrado em Estudos da Tradução) – Programa de Pós-Graduação em Estudos da Tradução, Centro de Humanidades, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/69897>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SOUZA, E. S. d.; VIEIRA, P. A. Legendagem para surdos e ensurdecidos (Ise) de vídeos em libras. **Transversal**, v. 5, n. 9, p. 154–173, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufc.br/transversal/article/view/41952/99222>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SOUZA, R. N. d.; MOURÃO, A. B. Ambiente virtual interativo e inclusivo de libras (aviilib): aplicando as estratégias do pensamento computacional e engajando os estudantes com elementos de gamificação. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. Brasil: SBC, 2023. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wpci/article/view/26150/25973>>. Acesso em: 09 jul. 2025.

SOUZA, W. d. S. **SOFTWARE VLIBRAS COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA AUXILIAR O PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM EM SALA DE AULA**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciado em Computação) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém–PA, 2023. Disponível em: <<https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2948/4/Software%20VLIBRAS%20como%20recurso%20pedag%C3%B3gico%20para%20auxiliar%20o%20processo%20de%20ensino%20aprendizagem%20em%20sala%20de%20aula.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SÁ, J. H.; MAURICIO, C. R. M.; PERES, F. F. F. Utilização de avatar virtual na tradução de termos técnicos de informática para língua brasileira de sinais. In: **Anais do Congresso Latino-Americano de Software Livre e Tecnologias Abertas (Latinoware)**, 2023. Sociedade Brasileira de Computação, 2023. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/latinoware/article/view/26108/25931>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA. **O Dia Nacional da Língua Brasileira de Sinais é comemorado em 24 de abril. Conheça a história da Libras**. 2023. Disponível em: <<https://portal.unila.edu.br/informes/lingua-brasileira-de-sinais#:~:text=Libras%20%C3%A9%20o%20acr%C3%B4nimo%20de,da%20L%C3%ADngua%20Brasileira%20de%20Sinais.>> Acesso em: 22 abr. 2025.

**VLIBRAS. Plataforma de tradução automática de conteúdos digitais para Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS.** s.d. Disponível em: <<https://www.gov.br/governodigital/pt-br/acessibilidade-e-usuario/vlibras>>. Acesso em: 25 abr. 2025.

**WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. WAI-ARIA: Accessible Rich Internet Applications.** s.d. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/aria/>>. Acesso em: 25 abr. 2025.

## APÊNDICE A – RESULTADOS DOS TESTES FUNCIONAIS

Os testes funcionais foram realizados com o objetivo de verificar se as principais funcionalidades da aplicação operam conforme especificado, garantindo que os requisitos definidos no projeto sejam atendidos de maneira satisfatória.

As funcionalidades principais foram testadas da seguinte forma:

- Cadastro e autenticação de usuários: Verificou-se se o sistema de cadastro cria novos usuários corretamente, armazenando suas credenciais de forma segura com bcrypt. Também foram testadas as rotas de login, avaliando se o sistema autentica usuários válidos e bloqueia tentativas de acesso com credenciais incorretas. Testou-se ainda a geração dos tokens JWT, garantindo que apenas usuários autenticados consigam acessar as rotas protegidas da aplicação.
- Criação e edição de documentos: Verificou-se se o editor permite criar novos documentos, editar textos existentes, aplicar formatações disponíveis e salvar alterações automaticamente sem perda de dados.
- Integração com o VLibras: Testou-se a funcionalidade de tradução do conteúdo textual passado para o editor, analisando se o avatar animado apresenta a interpretação em LIBRAS sem falhas de carregamento.
- Gravação da tradução: Avaliou-se o funcionamento da ferramenta de gravação de tela, implementada por meio do método *getDisplayMedia()* e da interface *MediaRecorder*, garantindo a captura adequada da janela em que ocorre a tradução realizada pelo VLibras e a geração do arquivo de vídeo.
- Envio de links externos: Testou-se a inserção de links de vídeos previamente hospedados, validando se o sistema aceita apenas links válidos (links do Youtube), e se o QR Code gerado direciona corretamente para o vídeo em questão.
- Geração de PDF com texto simplificado: Foi testada a funcionalidade de geração de PDF, validando se o usuário consegue inserir manualmente o texto simplificado, se o PDF é gerado corretamente e se o documento original contém o QR Code vinculado a esse PDF.
- Geração de QR Code: Verificou-se se o QR Code é gerado automaticamente ao final do documento, apontando corretamente para o link do vídeo ou do PDF com texto simplificado. Além disso, foi avaliada a geração do conteúdo adicional que acompanha o QR Code, como o ícone indicativo de Língua de Sinais e um pequeno texto explicativo, visando facilitar sua identificação e utilização pelos leitores do documento.

Os testes funcionais realizados apresentaram resultados satisfatórios, com as funcionalidades operando conforme esperado nesta etapa do desenvolvimento, tanto em casos adequados de uso, como em casos de erro. As pequenas limitações observadas, como a restrição de links externos apenas ao YouTube ou dependências de APIs externas, são discutidas na seção de limitações deste trabalho.