



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL

SAULO TIAGO ARAÚJO DE MOURA

UMA ABORDAGEM BASEADA EM TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E EXTRAÇÃO
AUTOMÁTICA DE CONTEÚDO PARA AUXILIAR NO ENSINO DE ALUNOS
SURDOS POR MEIO DA WEB: UMA APLICAÇÃO EM AULAS SOBRE
CARTOGRAFIA

FORTALEZA

2025

SAULO TIAGO ARAÚJO DE MOURA

UMA ABORDAGEM BASEADA EM TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E EXTRAÇÃO
AUTOMÁTICA DE CONTEÚDO PARA AUXILIAR NO ENSINO DE ALUNOS SURDOS
POR MEIO DA WEB: UMA APLICAÇÃO EM AULAS SOBRE CARTOGRAFIA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Tecnologia Educacional do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional do Instituto Universidade Virtual da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Tecnologia Educacional. Área de Concentração: Tecnologia Educacional

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Oliveira
Moreira

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M889a Moura, Saulo Tiago Araújo de.

Uma abordagem baseada em tecnologias assistivas e extração automática de conteúdo para auxiliar no ensino de alunos surdos por meio da web : uma aplicação em aulas sobre cartografia / Saulo Tiago Araújo de Moura. – 2025.

118 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Leonardo Oliveira Moreira.

1. Aplicação web. 2. Tecnologias assistivas. 3. Surdez. 4. Ensino da cartografia. I. Título.

CDD 371.33

SAULO TIAGO ARAÚJO DE MOURA

UMA ABORDAGEM BASEADA EM TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E EXTRAÇÃO
AUTOMÁTICA DE CONTEÚDO PARA AUXILIAR NO ENSINO DE ALUNOS SURDOS
POR MEIO DA WEB: UMA APLICAÇÃO EM AULAS SOBRE CARTOGRAFIA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Tecnologia Educacional do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional do Instituto Universidade Virtual da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Tecnologia Educacional. Área de Concentração: Tecnologia Educacional

Aprovada em: 27 de Junho de 2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leonardo Oliveira Moreira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Emanuel Ferreira Coutinho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Fabíola Maria Alexandre Linard
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

À minha família, fonte inspiradora e motivacional para a superação de todos os obstáculos diários, seguindo sempre a máxima do brocardo latino, que diz: *Audaces Fortuna Juvat* (A sorte sorri para os audaciosos!)

AGRADECIMENTOS

Agradecer sempre é algo muito feliz, mas ao mesmo tempo, uma oportunidade extra para incorrer no erro de obliterar nomes de pessoas que estiveram ao longo do caminho contribuindo e acrescentando, mas que por uma mera casualidade, foram esquecidas.

Contudo, meu primeiro agradecimento e o mais íntimo e excepcional de todos é para Jeová Deus e seu filho - Jesus Cristo que, todos os dias me concederam a dádiva imerecida da vida e a energia para superar as barreiras que foram se apresentando ao longo da caminhada - por serem ambos responsáveis pelo meu acordar, meu deitar e o meu respirar, assim como por me conceder os insights diuturnos que me trouxeram ao deslinde deste trabalho.

Na vereda dos agradecimentos, não posso deixar de agradecer a minha amada esposa e companheira, Fabiana Araújo Alcântara, que me acompanha em todos os meus projetos. Que mesmo antes da aprovação na seleção do Mestrado, torcia pelo meu ingresso no tão sonhado Programa de Mestrado na egrégia UFC, e que incentivou a não faltar nenhuma aula nos nossos preciosos sábados, ou ainda quando criticava a minha a desídia momentânea, mas sempre estava ali, ao meu lado, ouvindo minhas perguntas retóricas sobre o campo da tecnologia, sobre a geografia ou sobre o mundo dos surdos. Agradeço suas falas, sempre atentas as minhas angústias vivenciadas, que acredito deixavam-na ensandecida de tanto evidenciar meu apreço pelo trabalho.

Meus agradecimentos estendidos a todos da minha família, e em especial a pessoa da minha mãezinha a Sra. Maria Zilma Araújo de Moura, que com equilíbrio, lucidez e muito amor, sempre me incentivou a não parar diante dos obstáculos e nunca desistir de uma atividade recebida. Seus ensinamentos foram de grande valia. Ensinou-me a perseverar, a acreditar que a educação era o único caminho viável para o meu progresso pessoal, sendo minha mentora de vida até hoje, dando-me os melhores conselhos e admoestações.

Meus agradecimentos, ao meu pai o Sr. Sebastião Ferreira de Moura (in Memoriam), por me ensinar a manter altivez, a ser forte, a ser honesto comigo e depois com os outros, mantendo sempre a cabeça erguida diante das adversidades que me forem apresentadas.

Meus agradecimentos ao meu irmão Paulo Sérgio Araújo de Moura, que em 2015, me incentivou a iniciar os meus estudos acadêmicos na área jurídica, assim como, o apreço pela resolução dos dilemas individuais de outrem e o afastamento do comodismo e o patrimonialismo, fazendo com que a cada dia nos tornássemos mais amigos e com interesses mais correlatos.

Meus agradecimentos a minha irmã Kátia Valéria Araújo de Moura, que me serviu de exemplo de aluna estudiosa, tendo lido a obra completa do filósofo Karl Marx, assim

como logrando “louros” inimagináveis desde a sua tenra idade, como o ingresso no Banco do Nordeste do Brasil, como estagiária ainda adolescente, ou o primoroso Trabalho no Conselho de Contabilidade do Ceará, ou ainda ter sido aprovada para o Quadro de Oficiais do Exército Brasileiro e prestado seus honrosos serviços por oito anos. Ensinou-me que, por meio da educação e o apreço pelos estudos, é possível transpor as tais barreiras sociais e sentir o “doce sabor da vitória”.

Meus agradecimentos a minha irmã Nédia Anaracy Moura da Rocha (*in Memoriam*), que com toda a sua energia, espírito livre e vontade de viver, me ensinou que não se pode postergar a busca pelo alcance dos seus sonhos, pois, eles devem ser buscados, vividos e curtidos mesmo, todos os dias enquanto ainda é possível, porque a vida é nossa, mas, o presente é uma dádiva de Deus - e ele dá e tira quando quiser, não cabendo a nenhum de nós, nenhuma mera elucubração posterior. Viva seu sonho hoje!

Meus agradecimentos aos meus felizes filhos, Sofia Magalhães Barroso de Moura e Luiz Fernando Alcântara Costa, que me encorajaram e cederam parte do precioso tempo de convivência familiar comigo, para que eu pudesse realizar as atividades acadêmicas do programa de mestrado.

Meus agradecimentos aos Colegas de curso de mestrado e professores da rede municipal de ensino de fortaleza, a professora Daniele, Luziana, Eli das Histórias, Alan Júnior, Glauberto e a fonoaudióloga Suzy, assim como os demais colegas não mencionados, mas que realizaram dinâmicas, suscitaram dúvidas e estiveram comigo ao longo do curso.

Meus agradecimentos a professora de Libras Renata Arruda que vivencia diariamente o mundo dos surdos, ministrando oficinas práticas de Libras, assim como, ao seu marido, o dileto professor e advogado Hermann Sousa Silva, membro da Comissão Permanente dos Direitos da Pessoa Surda da OAB/CE, que muito contribuíram ao dividir comigo um pouco de sua *expertise*.

Meus agradecimentos ao esmero durante as orientações e a parceria do meu Orientador Prof. Dr. Leonardo Oliveira Moreira, que diuturnamente colaborou, sugeriu, incentivou e mostrou o melhor caminho dentre todos os meandros percorridos durante o percurso. Não abandonando a pesquisa ao acaso, estando junto em todas as etapas, com toda a sua paciência, fineza, nobreza e maestria, lidando com sabedoria na condução dessa pesquisa, fornecendo sugestões imprescindíveis, assim como, delineando o fio condutor para a sua conclusão. É imprescindível dizer ainda, que o Professor Leonardo é o responsável técnico pelo desenvolvimento do software da Plataforma Fortaleza Libras, uma vez que, o pesquisador não detém os conhecimentos para

tal.

Meus agradecimentos aos ensinamentos ministrados por todos os demais professores do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, da Universidade Federal do Ceará, por seu empenho e dedicação com todos os alunos do mestrado, contribuindo com o desenvolvimento de cada um.

Meus agradecimentos à Diretora da Escola Bilíngue Francisco Suderland Bastos Mota, a Professora Ms. Maria Euzimar Nunes Mota, que generosamente apresentou a escola e as professoras, assim como, destacou a relevância de pesquisas acadêmicas no âmbito escolar, para o desenvolvimento das políticas públicas nas escolas. Agradeço também, a participação das professoras da escola, que vigorosamente participaram da pesquisa, ao utilizarem a plataforma e ao responder os questionários propostos.

Meus agradecimentos, a Prefeitura Municipal de Fortaleza, mais precisamente a Secretaria Municipal da Educação – SME, através do Programa Observatório da Educação, que fomentou financeiramente a presente pesquisa, iniciada através do edital de ampla concorrência com os professores da rede municipal de ensino em 2022.

Agradeço ainda a todos os que, direta ou indiretamente deram alguma contribuição, uma palavra amiga, uma palavra de conforto e que não usaram do descrédito, mas acreditaram que existe uma possibilidade em todos que, colocando Deus acima de tudo e todos, o resto será acrescentado.

Ao Doutorado 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).

Obrigado a todos e a todas!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou
o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o
que era antes.”

(Martin Luther King)

RESUMO

A quantidade de dados gerados globalmente está aumentando rapidamente, com 64,2 zettabytes em 2020 e previsão de ultrapassar 180 zettabytes até 2025. Diariamente, são criados 328,77 milhões de terabytes de dados. Diante deste volume de dados e do contexto educacional, a extração de dados da web, ou web scraping, permite transformar dados não estruturados em estruturados, enriquecendo o conteúdo educacional. Tecnologias Assistivas (TA) são essenciais para a inclusão de pessoas com deficiência, facilitando o acesso à informação e promovendo o desenvolvimento de novas habilidades. A acessibilidade na web, por meio do padrão WCAG, garante que conteúdos online sejam acessíveis a todos, incluindo pessoas com deficiências visuais, auditivas, motoras e cognitivas. Além disso, o design web responsivo adapta sites a diferentes dispositivos, melhorando a usabilidade e acessibilidade. Tecnologias como o VLibras traduzem conteúdos para a Língua Brasileira de Sinais (Libras), aumentando a acessibilidade para surdos. Portanto, diante das tecnologias e técnicas aqui expostas, um produto educacional que utilize TA, design responsivo e web scraping pode promover uma maior inclusão e enriquecer o ensino para alunos surdos. O objetivo geral deste trabalho é oferecer aos estudantes surdos uma alternativa de acesso aos conteúdos de cartografia na disciplina de geografia por meio de TA. Os resultados obtidos demonstraram alta aceitação do Fortaleza Libras, com um NPS de 100% e nota média de usabilidade SUS de 72, considerada boa. Além disso, as respostas qualitativas revelaram o interesse dos professores em utilizar a plataforma em sala de aula e indicaram oportunidades de aprimoramento no recurso de geração automática de conteúdos.

Palavras-chave: aplicação web; tecnologias assistivas; surdez; ensino da cartografia.

ABSTRACT

The amount of data generated globally is increasing rapidly, with 64.2 zettabytes in 2020 and a forecast to exceed 180 zettabytes by 2025. Daily, 328.77 million terabytes of data are created. Given this volume of data and the educational context, web data extraction, or web scraping, allows for the transformation of unstructured data into structured data, enriching educational content. Assistive Technologies (AT) are essential for the inclusion of people with disabilities, facilitating access to information and promoting the development of new skills. Web accessibility, through the WCAG standard, ensures that online content is accessible to everyone, including individuals with visual, auditory, motor, and cognitive impairments. Additionally, responsive web design adapts sites to different devices, improving usability and accessibility. Technologies such as VLibras translate content into Brazilian Sign Language (Libras), enhancing accessibility for the deaf. Therefore, considering the technologies and techniques presented here, an educational product that utilizes AT, responsive design, and web scraping can promote greater inclusion and enrich the education of deaf students. The overall objective of this work is to provide deaf students with an alternative means of accessing cartography content in the geography discipline through AT. The results demonstrated a high level of acceptance of the Fortaleza Libras platform, with an NPS of 100% and an average SUS usability score of 72, considered good. Additionally, the qualitative responses revealed teachers' interest in using the platform in the classroom and indicated opportunities for improvement in the automatic content generation feature.

Keywords: web application; assistive technologies; deafness; cartography education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Logotipo de Apresentação do Hand Talk	41
Figura 2 – Logotipo de Apresentação do VLibras	42
Figura 3 – Telas do Aplicativo Giulia	43
Figura 4 – Tela da Solução Rybená	44
Figura 5 – Algumas Telas do Libras Lens	45
Figura 6 – Algumas Telas do Acesso Brasil	46
Figura 7 – Modelo de Desenvolvimento Incremental	52
Figura 8 – Arquitetura de Sistema do Fortaleza Libras	60
Figura 9 – Modelo Entidade-Relacionamento (MER) do Banco de Dados	63
Figura 10 – Símbolo da Libras	66
Figura 11 – Tela de Login	66
Figura 12 – Tela de Cadastro de Aluno	67
Figura 13 – Tela Principal do Professor	68
Figura 14 – Tela de Atualização e Exclusão do Cadastro do Professor	69
Figura 15 – Tela de Listagem de Aulas do Professor	70
Figura 16 – Tela de Cadastro de Aula do Professor	71
Figura 17 – Tela de Cadastro de Tópico de Aula	72
Figura 18 – Tela de Cadastro de Conteúdo de Tópico	73
Figura 19 – Tela de Cadastro de Referência de Conteúdo	73
Figura 20 – Resultado do NPS	79
Figura 21 – Tela Responsiva de Login	94
Figura 22 – Tela Responsiva de Cadastro de Aluno	94
Figura 23 – Tela Responsiva Principal do Professor	95
Figura 24 – Tela Responsiva de Atualização e Exclusão do Cadastro do Professor	95
Figura 25 – Tela Responsiva de Listagem de Aulas do Professor	96
Figura 26 – Tela Responsiva de Cadastro de Aula do Professor	96
Figura 27 – Tela Responsiva de Cadastro de Tópico de Aula	97
Figura 28 – Tela Responsiva de Cadastro de Referência de Conteúdo	97
Figura 29 – Tela Principal	99
Figura 30 – Tela de Cadastro de Professor	100
Figura 31 – Tela Principal com a Confirmação do Cadastro de Professor	101

Figura 32 – Tela Principal	103
Figura 33 – Tela Principal Após Login do Professor	104
Figura 34 – Tela Principal	106
Figura 35 – Tela Principal Após Login do Aluno	107
Figura 36 – Tela de Visualização de Aula	108

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tradução do Questionário SUS	76
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Respostas dos Participantes ao Questionário SUS	78
Tabela 2 – Cálculo do SUS para cada Participante	78
Tabela 3 – Classificação da Usabilidade	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASI	Aparelho de Amplificação Sonora Individual
ASL	Língua de Sinais Americana
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEO	<i>Chief Executive Officer</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DAO	<i>Data Access Object</i>
DFJUG	Grupo de Usuários Java do Distrito Federal
DOM	<i>Document Object Model</i>
EE	<i>Enterprise Edition</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IA	Inteligência Artificial
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
INES	Instituto Nacional de Educação de Surdos
JSP	<i>Java Server Pages</i>
LAVID	Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital
LBI	Lei Brasileira de Inclusão
Libras	Língua Brasileira de Sinais
MCom	Ministério da Comunicação
MDHC	Ministério dos Direitos Humanos e da Cidadania
MER	Modelo Entidade-Relacionamento
MGISP	Ministério da Gestão e Inovação em Serviços Públicos
NPS	<i>Net Promoter Score</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
QI	Quociente de Inteligência
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SGD	Secretaria de Governo Digital
SNDPD	Secretaria Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência
SPB	Software Público Brasileiro
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>

TA	Tecnologias Assistivas
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WAI	<i>Web Accessibility Initiative</i>
WCAG	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

dB	Decibéis
------	----------

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Justificativa	21
1.2	Definição do Problema	22
1.3	Hipóteses	22
1.4	Objetivos	23
1.5	Estrutura da Dissertação	23
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1	Histórico da Surdez e das Línguas de Sinais	24
2.1.1	<i>A Conquista dos Direitos Educacionais</i>	<i>25</i>
2.1.2	<i>Deficiência Auditiva e Surdez</i>	<i>27</i>
2.1.3	<i>História da Língua de Sinais no Brasil</i>	<i>28</i>
2.1.4	<i>Língua Brasileira de Sinais (Libras)</i>	<i>29</i>
2.2	Acessibilidade no Brasil	31
2.3	Acessibilidade na Web	33
2.3.1	<i>Design Web Responsivo</i>	<i>35</i>
2.4	Tecnologias Assistivas para a Promoção do Acesso aos Usuários de Libras	36
2.4.1	<i>Aplicativos Tradutores para Libras</i>	<i>39</i>
2.4.1.1	<i>Hand Talk</i>	<i>40</i>
2.4.1.2	<i>VLibras</i>	<i>41</i>
2.4.1.3	<i>Giulia</i>	<i>43</i>
2.4.1.4	<i>Rybená</i>	<i>44</i>
2.4.1.5	<i>Libras Lens</i>	<i>45</i>
2.4.1.6	<i>Acesso Brasil</i>	<i>45</i>
2.5	Extração Automática de Conteúdos na Web	46
3	METODOLOGIA	48
3.1	Tipo de Pesquisa	48
3.1.1	<i>Natureza</i>	<i>48</i>
3.1.2	<i>Objetivos</i>	<i>48</i>
3.1.3	<i>Procedimentos Técnicos</i>	<i>49</i>
3.2	Sujeitos	49

3.3	Desenvolvimento do Produto Educacional	51
4	PRODUTO EDUCACIONAL	55
4.1	Justificativas e Objetivos	55
4.2	Requisitos Funcionais	56
4.3	Tecnologias Adotadas	57
4.4	Arquitetura de Sistema	60
4.5	Aspectos de Implementação	62
4.6	Aspectos Funcionais	65
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	74
5.1	Net Promoter Score (NPS)	74
5.2	System Usability Scale (SUS)	75
5.3	Perfil dos Usuários Participantes	76
5.4	Metodologia de Avaliação	77
5.5	Resultados	78
5.6	Discussões	80
6	CONCLUSÃO	83
	REFERÊNCIAS	85
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLA- RECIDO (TCLE)	93
	APÊNDICE B – ALGUMAS TELAS DO FORTALEZA LIBRAS NA VISÃO DE UM <i>SMARTPHONE</i>	94
	APÊNDICE C – ROTEIROS DOS TESTES COM OS PROFESSORES	98
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIOS DE AVALIAÇÃO DA PESQUISA	109
	ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACA- DÊMICA	113
	ANEXO B – CARTA DE ANUÊNCIA DO LOCAL DA COLETA DE DADOS	117

1 INTRODUÇÃO

A quantidade total de dados criados, capturados, copiados e consumidos globalmente está prevista para aumentar rapidamente, alcançando 64,2 *zettabytes* em 2020 (EDGE DELTA, 2024). Contemporaneamente, a criação global de dados deverá crescer para mais de 180 *zettabytes* (Taylor, 2023). De acordo com as estimativas feitas no final do ano de 2023, 328,77 milhões de *terabytes* de dados são criados a cada dia (Duarte, 2023). Diante disso, a extração de dados na web para uso em aplicações de educação, voltadas para a elaboração de aulas, oferece uma oportunidade de enriquecer e diversificar o conteúdo educacional. Com um volume tão vasto de informações disponíveis na web, pode-se criar aulas mais dinâmicas, relevantes e envolventes para os alunos.

Web scraping ou extração de dados da web é usada para extrair dados não estruturados de *sites* e transformá-los em dados estruturados, que são armazenados em um banco de dados local central ou planilha para recuperação ou análise futura (Sirisuriya, 2023). Do ponto de vista técnico, *web scraping* envolve principalmente o uso de software que simula a navegação na web feita por humanos para coletar informações e dados de vários *sites* (Alkaberli *et al.*, 2021). As vantagens do uso de *scrapers* residem em sua velocidade e capacidade de automação e/ou programação. Independentemente da técnica empregada, a abordagem e os objetivos são sobre a captura de dados da web e sua apresentação em um formato mais estruturado e fácil de usar (Alkaberli *et al.*, 2021).

As Tecnologias Assistivas (TA) são fundamentais para promover a autonomia e a inclusão de pessoas com deficiência, proporcionando-lhes meios para realizarem atividades cotidianas e educacionais de forma independente. Essas TA não apenas facilitam o acesso à informação e comunicação, mas também contribuem significativamente para o desenvolvimento de novas habilidades, aprimoramento da mobilidade e ampliação das oportunidades de aprendizado (Dyzel *et al.*, 2020). Portanto, a acessibilidade na web, ao garantir que os conteúdos *online* sejam acessíveis a todos, representa um importante exemplo de TA que visa eliminar barreiras e promover a inclusão digital de pessoas com deficiência visual, auditiva e outras.

Em relação à acessibilidade na web, por meio do padrão *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), desenvolvedores e *designers* podem tornar o conteúdo digital da web acessível para uma ampla gama de pessoas com deficiências, incluindo cegueira, baixa visão ou deficiências visuais, surdez e perda auditiva, movimento limitado, destreza, deficiências de fala, distúrbios sensoriais, deficiências cognitivas e de aprendizagem, fotossensibilidade e

combinações destas (Ara *et al.*, 2024). A acessibilidade na web e o *design* web responsivo desempenham papéis cruciais na garantia de uma experiência do usuário ideal. Ao projetar *sites* com foco na responsividade e acessibilidade, criam-se mais oportunidades para que um público mais amplo acesse e interaja com o conteúdo na web (Washington, 2023).

O *design* web responsivo permite que os *sites* alcancem vários dispositivos diferentes, desde *smartwatches* compactos até telas de televisão expansivas (Washington, 2023). Projetar para acessibilidade oferece acomodações para pessoas com deficiências, ao mesmo tempo em que proporciona benefícios para pessoas sem deficiências (Washington, 2023). A vantagem do *design* web responsivo é que um *site* que pode ajustar seu *layout* ao tamanho do navegador também deve ser capaz de ajustar o tamanho das fontes, imagens e outros componentes para que os usuários possam ler todo o material sem precisar rolar horizontalmente para acessar partes ocultas da página. Como os *websites* responsivos são feitos para produzir interfaces de usuário confortáveis e funcionar com os tamanhos de tela menores dos navegadores móveis, o número total de cliques causados por erros deve ser reduzido (Bhanarkar *et al.*, 2023).

Considerando pessoas surdas, a implementação do padrão WCAG e das tecnologias de *design* web responsivo, há também tecnologias como o VLibras, o qual foi escolhido durante a pesquisa sobre os aplicativos disponíveis na internet, verificou-se que o VLibras, era o *plugin* mais adequado para ser usado na plataforma web, uma vez que o mesmo poderia ser inserido como *plugin* nativo na plataforma, de forma rápida e fácil, apenas com a inserção de uma linha de comando disponível no próprio site do *plugin*, além de que ele é altamente difundido em várias aplicações, sendo usado em mais de 120 mil sites web, segundo dados do próprio VLibras.

Ademais, o VLibras consiste em um conjunto de ferramentas de código aberto com o objetivo de traduzir textos, áudios e vídeos em português para a Libras (Oliveira *et al.*, 2020), tornando computadores, *smartphones* e conteúdos da web mais acessíveis para pessoas surdas. Assim, o VLibras também pode ser considerado uma TA voltada para o público que possui deficiência auditiva. Dados divulgados no site oficial do VLibras evidenciam a efetividade do programa, como a realização de mais de 120 mil traduções diárias, treinamento de 90 mil frases por Inteligência Artificial (IA) e disponibilidade de mais de 21 mil sinais na biblioteca interna (Brasil, 2024b).

Diante de tudo que foi exposto, um produto educacional voltado para o ensino de alunos surdos por meio da web, utilizando TA e com *design* web responsivo, favorece uma maior inclusão não apenas pela variedade e facilidade de dispositivos que podem acessá-lo, mas

também pela facilidade de uso por parte do público-alvo. Além disso, ao utilizar a técnica de *web scraping* para extrair automaticamente uma variedade de conteúdo de fontes confiáveis da web, os professores podem ampliar o discurso de suas aulas, ao mesmo tempo em que aumentam o leque de referências e artefatos multimídia disponíveis sobre um determinado assunto.

1.1 Justificativa

A proposta que permeia esta pesquisa justifica-se e alinha-se com um objetivo estabelecido pelo Estatuto da Pessoa com Deficiência, na Lei n.º 13.146, que entrou em vigor em 2015 e prevê o compromisso do Estado em assegurar a educação bilíngue, classes bilíngues e escolas inclusivas. Dessa forma, os surdos, em seus diversos níveis de surdez, têm sido incluídos em espaços anteriormente destinados exclusivamente a ouvintes/falantes. As escolas, em particular as do município de Fortaleza, Ceará, recebem esse público discente com uma proposta em que a Libras se constitui como primeira língua, enquanto a Língua Portuguesa – em sua modalidade escrita – é usada como segunda língua, em conformidade com o disposto no Estatuto da Pessoa com Deficiência (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2015, Art. 28, IV). Embora a responsabilidade seja primariamente do Estado, iniciativas científicas como esta contribuem e impactam positivamente na vida das pessoas surdas.

Também existe a minha justificativa pessoal enquanto professor de Geografia. Assim nasce a ideia de realizar a presente pesquisa, pois quando o professor se depara com um aluno com alguma deficiência, surge uma vontade avassaladora de ajudá-lo a superá-la. A questão de como fazer isso pode estar centrada na utilização da tecnologia adequada ao caso específico. Sempre vi as dificuldades dos alunos surdos como algo muito relevante, algo que merecia um olhar diferenciado e uma lacuna que minha prática pedagógica necessitava aprofundar muito mais.

Na prática, pude constatar que o problema não está apenas no conteúdo comunicado, mas também na forma como é transmitido. Refleti sobre maneiras de aprimorar a comunicação com esses alunos, seja por meio de imagens ricas em significado, gestos enquanto falo, ou interpretação em Libras realizada pelos competentes intérpretes que acompanham as aulas quando há alunos surdos em sala. Acredito que alunos surdos, matriculados em escolas públicas municipais bilíngues, podem aprender melhor conteúdos específicos relacionados à disciplina de Geografia usando uma plataforma web chamada Fortaleza Libras, desenvolvida nesta pesquisa, seguindo os princípios das TA, voltada especificamente para fins educacionais, não estando

assim, acessível e disponível para o público em geral na web.

Por fim, um estudo exploratório em bases científicas constatou a escassez de trabalhos que integrem acessibilidade na web, *design* web responsivo, TA para surdos e extração automática de conteúdo para a elaboração de conteúdos midiáticos e diversificados adequados para o consumo por parte de alunos surdos, em qualquer dispositivo digital com conectividade. Além disso, poucos trabalhos podem ser estendidos para outras áreas de conhecimento; muitos são voltados para uma disciplina específica. Apesar da plataforma, desenvolvida nesta pesquisa, utilizar a cartografia como estudo de caso, pode ser facilmente configurada para gerar e disponibilizar conteúdos acessíveis para outras áreas de conhecimento, disciplinas ou assuntos contidos em uma disciplina.

1.2 Definição do Problema

Gil (2002) propõe algumas diretrizes práticas para a formulação de problemas científicos, incluindo: formular o problema como uma pergunta; garantir que o problema seja claro e preciso; assegurar que o problema seja empírico; garantir que o problema seja passível de solução; e delimitar o problema a uma dimensão viável. Diante das supracitadas diretrizes, a formulação do problema desta pesquisa pode ser definida da seguinte forma: Como as TA alinhadas à extração automática de conteúdos na web podem auxiliar os professores no ensino de cartografia para alunos surdos?

1.3 Hipóteses

Uma hipótese é uma resposta sugerida, possível e temporária para um problema, cuja validade será determinada por meio de pesquisa (Marconi; Lakatos, 2017). A pesquisa parte das seguintes hipóteses:

- a) uma plataforma web responsiva aliada ao VLibras, além de ampliar o acesso, também favorece uma maior inclusão por parte dos alunos surdos na aprendizagem de cartografia;
- e
- b) a utilização da técnica de *web scraping* para extrair automaticamente conteúdo de fontes confiáveis da web amplia a diversidade de informações sobre um determinado assunto de aula.

1.4 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é oferecer aos estudantes surdos uma alternativa de acesso aos conteúdos de cartografia na disciplina de geografia por meio de TA. Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram listados:

- a) estabelecer os tópicos sobre cartografia que se almeja transmitir aos alunos surdos;
- b) explorar as TA que podem ser utilizadas para auxiliar na transmissão de conteúdos para alunos surdos;
- c) desenvolver uma plataforma web que permita a integração automática dos conteúdos de cartografia da web com as TA; e
- d) avaliar a aceitação e a usabilidade da plataforma web desenvolvida no ensino de cartografia para alunos surdos.

1.5 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação de mestrado está organizado em seis capítulos. Este primeiro tem como objetivo contextualizar o assunto abordado na pesquisa, apresentar as motivações, questões de pesquisa, hipóteses, contribuições e os objetivos. Os demais capítulos que constituem este documento estão estruturados da forma seguinte:

- O Capítulo 2 reúne todo arcabouço teórico necessário para o entendimento do trabalho desenvolvido nesta pesquisa;
- O Capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada e suas respectivas etapas que foram seguidas para a realização deste trabalho;
- O Capítulo 4 descreve detalhadamente os aspectos técnicos e de utilização do produto educacional denominado “Fortaleza Libras”;
- O Capítulo 5 destaca os resultados e discussões a cerca da pesquisa realizada; e
- O Capítulo 6 apresenta as considerações finais e uma discussão sobre possíveis trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta o arcabouço teórico essencial para a compreensão desta pesquisa. Nele, são discutidas o histórico e as metodologias de ensino voltadas para pessoas surdas, explorando também diversas tecnologias assistivas que podem contribuir para a inclusão dessas pessoas. Além disso, são apresentados e discutidos aplicativos tradutores de português para Libras, com destaque para suas características e funcionalidades. Por fim, são discutidos os aspectos e técnicas para a extração automática de conteúdo na web.

2.1 Histórico da Surdez e das Línguas de Sinais

Desde os primórdios, o ser humano luta pela própria sobrevivência, o que implica em valorizar geralmente o mais forte, ou seja, aquele que se sobressaía aos demais no grupo. Tal conduta enfatiza a exclusão, a segregação e o sofrimento daqueles considerados diferentes dos padrões ou julgados mais frágeis. Apenas a partir do século XX surgiram diversos movimentos e líderes que aderiram à luta pela valorização de todos, independentemente da sua condição física, a despeito de quaisquer diferenças ou limitações (Brito, 2021). Foi exatamente a partir daí que surgiram os primeiros preceitos da inclusão e da compreensão das diferenças humanas, propagando essas ideias para as suas comunidades e conseguindo que outros pudessem compreender o que é ser “diferente” e diverso. Dentro desse contexto, Morin (2000, p. 49-50) afirma que “a diferença é uma condição inerente à condição de todo e qualquer ser humano e a aceitação desse valor é um imperativo inquestionável.”

Cabe à educação do futuro cuidar para que a ideia de unidade da espécie humana não apague a ideia de diversidade, e que a da sua diversidade não apague a da unidade. Há uma unidade humana. Há uma diversidade humana. A unidade não está apenas nos traços biológicos da espécie *Homo sapiens*. A diversidade não está apenas nos traços psicológicos, culturais, sociais do ser humano. Existe também diversidade propriamente biológica no seio da unidade humana; não apenas existe unidade cerebral, mas mental, psíquica, afetiva, intelectual; além disso, as mais diversas culturas e sociedades têm princípios geradores ou organizacionais comuns. É a unidade humana que traz em si os princípios de suas múltiplas diversidades. Compreender o humano é compreender sua unidade na diversidade, sua diversidade na unidade. É preciso conceber a unidade do múltiplo, a multiplicidade do uno (Morin, 2000, p. 49-50).

A ideia de deficiência física é social e construída, porque, a cada época, os seres humanos dispõem de informações, recursos, conhecimentos, crenças e valores próprios de cada momento histórico. Assim, o caminho percorrido pelos deficientes físicos até chegarem à

condição de escolarização foi longo e muitas vezes cruel. Na Idade Média, a sociedade enxergava os surdos como merecedores de compaixão e piedade, mas, em alguns casos, eram considerados amaldiçoados, ineducáveis e primitivos, enfim, seres castigados por Deus, o que levou essas pessoas a serem abandonadas, marginalizadas e até mesmo sacrificadas. Segundo Fernandes (2012, p. 20-21):

Por muito tempo os surdos foram vítimas de uma concepção equivocada que vinculava a surdez à falta de inteligência, levando-os a serem marginalizados, com base na crença hegemônica de que, como não poderiam falar, não desenvolveriam linguagem... (...) em Roma, os surdos eram condenados à escravidão ou à morte, recaindo novamente na ideia de que o pensamento se desenvolve somente através da palavra articulada oralmente (Fernandes, 2012, p. 20-21).

Na Espanha do século XVI, houve experiências de ensino individualizado aos surdos de linhagem nobre. O primeiro a se dedicar a essa forma diferenciada de educar foi o monge Pedro Ponce de León (1520-1584). O intuito era que estes fossem capazes de tomar conta de suas próprias heranças. León, inclusive, criou um alfabeto manual, uma datilografia indicada aos surdos, o que já era de grande ajuda para soletrar palavras da língua dos falantes. Sua obra foi continuada pelo padre espanhol Juan Pablo Bonet (1579-1633), que foi considerado um dos grandes entusiastas do oralismo, pois ensinava os surdos a lerem e a falarem.

Já o médico britânico John Bulwer (1606-1656) preconizou a utilização da linguagem gestual para a comunicação. Ele estava observando a conversa de dois surdos através de gestos quando percebeu quão exitosa essa forma de linguagem era na educação dos surdos. Ele publicou diversas obras defendendo essa teoria, sendo “Chirologia – a língua natural da mão” um de seus trabalhos mais importantes. Nessa linha de estudos, o educador de surdos John Wallis (1616-1703) abdicou do ensino da oralidade (que diz respeito à habilidade da pessoa surda de se expressar oralmente, o que ocorre por meio do aprendizado da articulação das palavras e das distinções físicas entre os movimentos articulatórios labiais) a pessoas surdas, direcionando seu trabalho à linguagem gestual (Toffolo *et al.*, 2017).

2.1.1 A Conquista dos Direitos Educacionais

Nesse diapasão, a primeira instituição voltada às pessoas surdas foi inaugurada na Alemanha pelo educador Samuel Heinicke (1727-1790), que fazia uso da oralidade como linguagem para a educação dos aprendizes. Como defensor da língua oral, ele entendia que a linguagem falada deveria ser uma prioridade no ensino dos surdos e afirmava que a linguagem gestual era prejudicial ao processo de aprendizagem desse grupo. Entretanto, para ensinar, fazia

uso do alfabeto digital e da linguagem de sinais. Na contramão das teorias de Heinicke e em defesa do ensino da Língua de Sinais, Charles Michel L'Épée (1712-1789) criou a primeira escola para pessoas surdas e lutava para que não só os filhos dos nobres, mas todos os surdos, sem distinção de classe, tivessem acesso à leitura e à escrita.

Em 1880, no Congresso de Milão, representantes de diversas nações da América e da Europa, que eram opositores aos interesses dos surdos, foram apoiados por Alexander Graham Bell, um importante defensor da oralidade. Realizaram uma votação e, a partir deste evento, a utilização da língua de sinais foi oficialmente proibida, tornando a língua oral o foco principal do processo de ensino de pessoas surdas. Com a sujeição da educação à proibição da linguagem gestual e de sinais, em detrimento da oralidade, os surdos foram proibidos de gesticular, havendo repressão de linguagens de sinais e gestos nas salas de aula, amarrando inclusive as mãos dos alunos. Tal situação tem uma representação física na pintura “Milão 1880 em cima da mesa” de Nancy Rourke, que retrata essa circunstância.

Por 100 anos, o oralismo dominou os rumos da educação dos surdos em todo o mundo. Diversas metodologias foram usadas para que os surdos conseguissem falar e se comunicar através da leitura labial. Essa condição era um importante requisito para o acesso à escola e à convivência em sociedade, com o objetivo de obrigar o surdo a falar, sendo indispensável para o acesso à escolaridade e, como consequência, à interação na sociedade. Binet e Simon, os idealizadores do teste de Quociente de Inteligência (QI), fizeram a primeira avaliação sistemática da metodologia oral e concluíram que os surdos só poderiam ser entendidos por quem estivesse acostumado com eles. No entanto, a partir de 1970, a linguagem de sinais e a gesticulação voltaram a ser aceitas como legítimas manifestações linguísticas, sendo instituída uma nova metodologia denominada Comunicação Total, que defendia o uso concomitante das linguagens oral e de sinais.

No Brasil, a Língua de Sinais foi instituída a partir de 1857, quando o francês Ernest Huet, apoiado por D. Pedro II, fundou a escola para meninos surdos - o Imperial Instituto de Surdos Mudos, posteriormente conhecido como Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES). Atualmente, o instituto utiliza o método bilíngue, que é o mais empregado nas instituições escolares que trabalham com alunos surdos. Nesse método, a Libras é a língua materna dos surdos, e a Língua Portuguesa é a segunda língua, ensinada na forma escrita. Quando a escola foi fundada, os surdos brasileiros sistematizaram a Libras, originada da Língua de Sinais Francesa. Muitos gestos de Libras têm significados homônimos em francês.

2.1.2 Deficiência Auditiva e Surdez

O Estatuto da Pessoa com Deficiência, disposto na Lei 13.146/2015, considera como deficiente auditivo, dentro dos critérios audiológicos ou médicos, “o indivíduo que apresenta perda bilateral, parcial ou total, de 41 *dB* ou mais, avaliada por audiograma nas frequências de 500Hz, 1.000Hz, 2.000Hz e 3.000Hz” (Brasil, **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 2005. Seção 1, p. 28). Isso significa que a lei apenas designa o quanto o sujeito é capaz de ouvir, sem considerar os aspectos intrínsecos a essa condição. Essas medidas determinam os níveis de audição sob a ótica da medicina e estabelecem padrões para a indicação de Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) ou próteses auditivas, implantes cocleares ou quaisquer outros artefatos tecnológicos capazes de “recuperar” o déficit auditivo. Após um longo período de treinamentos terapêuticos, acompanhados por um fonoaudiólogo, esses indivíduos podem conseguir falar, alinhando seu desempenho ao que é visto como “normal e socialmente aceitável”.

É válido salientar que, mesmo com inúmeras soluções tecnológicas para que possam “ouvir melhor”, uma pessoa considerada deficiente auditiva não se torna, necessariamente, um “ouvinte”. A condição de surdez é intrínseca, uma característica que não deve ser vista como uma “patologia”. Em virtude das semelhanças entre alunos deficientes auditivos e surdos, é de fundamental importância conhecer o aluno e questioná-lo sobre suas expectativas e necessidades. O Decreto n.º 5626/05, que regulamenta a Libras, diferencia a pessoa com deficiência auditiva do surdo, caracterizando o surdo como aquele que, “por ter perda auditiva, compreende e interage com o mundo por meio de experiências visuais, manifestando sua cultura principalmente pelo uso da Libras”. Fica claro, pela própria definição da lei, que o déficit físico não pode se sobrepor à identidade social. A língua tem uma função sócio-histórico-cultural e de identidade social. Isso vai muito além do déficit auditivo (Sacks, 2010).

A pessoa surda usuária de Libras, do ponto de vista audiológico, é aquela que tem perda auditiva de grau severo ou profundo, congênita ou pré-lingual (adquirida antes da construção da linguagem). No entanto, é preciso ampliar essa concepção e compreender que se trata de um sujeito, usuário de uma língua visual-gestual que aglutina a comunidade surda (Skliar, 2016). Isso significa que a diversidade é cultural, já que se entende por “comunidade surda” o grupo de pessoas surdas ou ouvintes, usuárias da língua de sinais, que militam por essa língua a fim de fazer valer seus direitos linguísticos, de acessibilidade e de comunicação, entre outros. Os ouvintes da comunidade surda compõem a comunidade solidária. Desta forma, a

comunidade se identifica por sua militância nas lutas desses grupos (Skliar, 2016).

Por se tratar de algo muito mais complexo do que, simplesmente, “não conseguir ouvir” ou “capacidade de ouvir abaixo do normal”, o entendimento e a aceitação dessas diferenças devem perpassar também pelo uso das terminologias corretas. Em virtude disso, alguns termos carregam em sua essência a mácula do preconceito e, ao longo do tempo, tornaram-se completamente obsoletos, portanto, não devem ser usados. São eles:

- **Surdo-mudo:** Mudo é aquele que não é capaz de produzir voz ou que tem o aparelho fonador alterado. Já os surdos são capazes de vocalizar ou falar, dependendo de sua vontade, do apoio da família, do período em que receberam o atendimento fonoaudiológico adequado, da tecnologia que utilizam, do nível de perda auditiva, além de optarem pelo uso da Libras como uma língua capaz de suprir suas necessidades de comunicação.
- **Deficiente auditivo:** O aluno deve ser visto como sujeito sob inúmeros aspectos; não podemos caracterizá-lo exclusivamente por sua deficiência auditiva. Na comunidade surda, o termo “deficiente” é encarado como pejorativo, pois o vocábulo “deficiente” significa “falta de eficiência” (Mainieri, 2011).
- **Aluno especial:** Este termo começou a ser usado numa época em que um indivíduo portador de qualquer limitação que fosse considerada uma deficiência seria excluído do corpus social, necessitando, dessa forma, de caridade para subsistir.
- **Portador de necessidades especiais:** Considerado um termo vazio, pois quem “porta” carrega algo, o que não é verdade, já que a surdez não é um fenômeno passageiro, transitório, mas algo perene. Partindo desse princípio, é completamente equivocado afirmar que o indivíduo “porta uma deficiência”, já que é uma característica intrínseca ao sujeito e, portanto, deve ser bastante respeitada.

O uso correto da terminologia não é só um aspecto de semântica, visto que estamos tratando de questões frequentemente carregadas de preconceitos, estigmas e estereótipos (Sasaki, 2002).

2.1.3 História da Língua de Sinais no Brasil

O atual INES foi criado em meados do século XIX por iniciativa do surdo francês Ernest Huet, tendo como primeira denominação Colégio Nacional para Surdos-Mudos, de ambos os sexos (Silva, 2022 apud Strobel, 2008). Em junho de 1855, Huet apresentou ao Imperador D. Pedro II um relatório cujo conteúdo revelava a intenção de fundar uma escola para surdos no

Brasil. Neste documento, ele também informava sobre sua experiência anterior como diretor de uma instituição para surdos na França: o Instituto dos Surdos-Mudos de Bourges. Era comum que surdos formados por institutos especializados europeus fossem contratados a fim de ajudar a fundar estabelecimentos para a educação de seus semelhantes. Assim:

Em 1815, por exemplo, o norte-americano Thomas Hopkins Gallaudet (1781-1851) realizou estudos no Instituto Nacional dos Surdos de Paris. Ao concluí-los, convidou o ex-aluno Laurent Clérc, surdo, que já atuava como professor, para fundar o que seria a primeira escola para surdos na América. A proposta de Huet correspondia a essa tendência. O governo imperial apoiou a iniciativa de Huet e destacou o Marquês de Abrantes para acompanhar de perto o processo de criação da primeira escola para surdos no Brasil (Silva, 2022).

A língua de sinais praticada pelos surdos no Instituto – de forte influência francesa, em função da nacionalidade de Huet – foi espalhada por todo o Brasil pelos alunos que regressavam aos seus estados ao término do curso. Nas décadas iniciais do século XX, o Instituto oferecia, além da instrução literária, o ensino profissionalizante. Em resumo, Gesser (2009) explica que a origem da Libras está ligada ao processo de escolarização dos surdos. Mesmo que, nas instâncias educacionais, a língua legítima dos surdos tenha sido proibida em muitos momentos, os surdos sempre a utilizaram entre si.

Na década de 1960, nos EUA, com o apoio de pesquisas realizadas na área da linguística, foi conferido status de língua à comunicação gestual entre surdos. No Brasil, já no final dos anos 1980, os surdos lideraram o movimento de oficialização da Libras. Em 1993, um projeto de lei deu início a uma longa batalha de legalização e regulamentação em âmbito federal, culminando com a criação da Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que reconhece a Libras. Essa lei foi seguida pelo Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005, que a regulamenta. Este decreto contém nove capítulos que dispõem sobre os seguintes temas: a Libras como disciplina curricular; o ensino da língua portuguesa oferecido aos alunos surdos como segunda língua; a formação de profissionais bilíngues; e também a regulamentação do uso e difusão dessa língua em ambientes públicos e privados.

2.1.4 Língua Brasileira de Sinais (Libras)

A Libras é a segunda língua oficial do Brasil, reconhecida pela Lei 10.436/2002 como meio de comunicação das pessoas surdas em vários locais e situações. Conforme os artigos 1º e 2º da Lei 10.436 (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2002):

Art. 1º É reconhecida como meio legal de comunicação e expressão a Língua Brasileira de Sinais - Libras e outros recursos de expressão a ela associados. Parágrafo único. Entende-se como Língua Brasileira de Sinais - Libras a forma de comunicação e expressão, em que o sistema linguístico de natureza visual-motora, com estrutura gramatical própria, constituem um sistema linguístico de transmissão de ideias e fatos, oriundos de comunidades de pessoas surdas do Brasil. Art. 2º Deve ser garantido, por parte do poder público em geral e empresas concessionárias de serviços públicos, formas institucionalizadas de apoiar o uso e difusão da Língua Brasileira de Sinais - Libras como meio de comunicação objetiva e de utilização corrente das comunidades surdas do Brasil (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2002).

Strobel (2008) explica que a língua de sinais é uma das peculiaridades da cultura surda, sendo uma forma de comunicação que capta as experiências visuais dos sujeitos surdos. É esta língua que leva os surdos a transmitir e adquirir conhecimento universal (Strobel, 2008, p. 44). A língua de sinais é uma das principais marcas da identidade de um povo surdo. A autora ainda afirma que a língua de sinais é transmitida nas comunidades surdas de geração em geração pelo povo surdo com muita força e garra, mesmo que por muito tempo tenha sofrido a repressão exercida pelo oralismo.

Gesser (2009) afirma que a língua de sinais é uma língua porque apresenta características presentes em outras línguas naturais humanas e, linguisticamente, possui uma gramática própria e está estruturada em todos os níveis, assim como as línguas orais: fonológico, morfológico, sintático e semântico. Além disso, encontramos outras características nela: a produtividade/criatividade, a flexibilidade, a descontinuidade e a arbitrariedade (Gesser, 2009, p. 27). O alfabeto manual, utilizado para soletrar manualmente as palavras, também conhecido como datilologia, é apenas um recurso utilizado na língua de sinais. Gesser (2009) explica que a datilologia não é uma língua, e sim um código de representação das letras do alfabeto. Assim, “acreditar que a língua de sinais é o alfabeto manual é fixar-se na ideia de que a língua de sinais é limitada, já que a única forma de expressão comunicativa seria uma adaptação das letras realizadas manualmente, convencionadas e representadas a partir da língua oral” (Gesser, 2009, p. 29).

O alfabeto manual é utilizado como um empréstimo linguístico da língua portuguesa para soletração ou datilologia. Ele é produzido por um dos parâmetros das Línguas de Sinais, as configurações de mão, que são os diferentes formatos das mãos. Ainda é utilizado para soletrar no espaço neutro o nome de pessoas, lugares e outras palavras que ainda não possuem sinal. Sobre esse elemento linguístico, Ferreira (2010) aponta:

“[...] a Libras desenvolveu um alfabeto manual que é constituído de Configurações de Mão constitutivas dos sinais, as quais representam as letras do

alfabeto da língua portuguesa. Através da ‘datilologia’ ou soletração digital, este alfabeto é utilizado para traduzir nomes próprios ou palavras para as quais não se encontram equivalentes prontos em Libras [...]” (Ferreira, 2010, p. 22).

2.2 Acessibilidade no Brasil

O termo acessibilidade, segundo o dicionário Michaelis, significa: “1. Facilidade de acesso; qualidade do que é acessível; 2. Facilidade de aproximação, de procedimento ou de obtenção” (Melhoramentos, 2023). Na Lei n.º 13.146, de 6 de julho de 2015, no Art. 3º, acessibilidade é definida como:

“[...] possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida.” (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2015).

A Lei n.º 13.146 (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2015) estabelece ações que promovem a igualdade de direitos e a independência das pessoas com deficiência, além de conscientizar a sociedade sobre as necessidades e a acessibilidade. No capítulo I das disposições gerais:

Art. 1º: É instituída a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2015).

Também no capítulo V, esclarece sobre comunicação:

V - comunicação: forma de interação dos cidadãos que abrange, entre outras opções, as línguas, inclusive a Língua Brasileira de Sinais (Libras), a visualização de textos, o braille, o sistema de sinalização ou de comunicação tátil, os caracteres ampliados, os dispositivos multimídia, assim como a linguagem simples, escrita e oral, os sistemas auditivos e os meios de voz digitalizados e os modos, meios e formatos aumentativos e alternativos de comunicação, incluindo as tecnologias da informação e das comunicações (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2015).

A Lei Brasileira de Inclusão (LBI) dispõe sobre os direitos das pessoas com deficiência. Conforme o capítulo II, Art. 4º, “Toda pessoa com deficiência tem direito à igualdade de oportunidades com as demais pessoas e não sofrerá nenhuma espécie de discriminação” (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2015). A lei também aborda os direitos iguais:

Art. 6º: A deficiência não afeta a plena capacidade civil da pessoa, inclusive para: I - casar-se e constituir união estável; II - exercer direitos sexuais e reprodutivos; III - exercer o direito de decidir sobre o número de filhos e de ter acesso a informações adequadas sobre reprodução e planejamento familiar; IV - conservar sua fertilidade, sendo vedada a esterilização compulsória; V - exercer o direito à família e à convivência familiar e comunitária; e VI - exercer o direito à guarda, à tutela, à curatela e à adoção, como adotante ou adotando, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas. (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2015).

A LBI apresenta sobre direitos na educação das pessoas com deficiência, inclusive para os surdos:

IV - oferta de educação bilíngue, em Libras como primeira língua e na modalidade escrita da língua portuguesa como segunda língua, em escolas e classes bilíngues e em escolas inclusivas; XIII - acesso à educação superior e à educação profissional e tecnológica em igualdade de oportunidades e condições com as demais pessoas; XVI - acessibilidade para todos os estudantes, trabalhadores da educação e demais integrantes da comunidade escolar às edificações, aos ambientes e às atividades concernentes a todas as modalidades, etapas e níveis de ensino; VI - adoção de critérios de avaliação das provas escritas, discursivas ou de redação que considerem a singularidade linguística da pessoa com deficiência, no domínio da modalidade escrita da língua portuguesa; VII - tradução completa do edital e de suas retificações em Libras. (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2015).

A LBI oferece sobre direito na acessibilidade, como aponta o título III da acessibilidade no capítulo I:

Art. 55. § 3º Caberá ao poder público promover a inclusão de conteúdos temáticos referentes ao desenho universal nas diretrizes curriculares da educação profissional e tecnológica e do ensino superior e na formação das carreiras de Estado. Art. 68 § 3º O poder público deve estimular e apoiar a adaptação e a produção de artigos científicos em formato acessível, inclusive em Libras. (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2015).

A LBI mostra que a acessibilidade é uma necessidade, onde a ciência e a tecnologia podem ajudar as pessoas com deficiência:

Art. 77. O poder público deve fomentar o desenvolvimento científico, a pesquisa e a inovação e a capacitação tecnológicas, voltados à melhoria da qualidade de vida e ao trabalho da pessoa com deficiência e sua inclusão social. (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2015).

O Decreto 5.626/2005, dentro do Capítulo IV, especificamente no Art. 14º, regula o acesso das pessoas surdas à educação através de tradução e interpretação de Libras e Língua Portuguesa realizada por profissionais tradutores intérpretes de Libras (Brasil, **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 2005. Seção 1, p. 28).

2.3 Acessibilidade na Web

Nos últimos anos, diversos fatores têm impulsionado pesquisadores a realizar estudos sobre acessibilidade digital. Desde o início da revolução digital, os recursos digitais se tornaram a principal fonte para os cidadãos acessarem informações, como educação, saúde, governo, notícias, entretenimento e esportes (Ara *et al.*, 2024). No âmbito da web, a falta de acessibilidade pode impedir que pessoas com deficiência acessem informações *online* (Campoverde-Molina *et al.*, 2021). Segundo Harper & Chen (2012), de forma mais técnica, a acessibilidade na web depende de diversos componentes do desenvolvimento e interação web atuando em conjunto, tais como software web (ferramentas), desenvolvedores web (pessoas) e conteúdo (como tipo, tamanho e complexidade).

Segundo o relatório do *World Wide Web Consortium* (W3C)¹ e da *Web Accessibility Initiative* (WAI)², acessibilidade é um conceito amplo e expansível relacionado a pessoas com deficiências, habilidades limitadas ou deficiências temporárias. O objetivo desta iniciativa é assegurar a acessibilidade, garantindo que pessoas com necessidades especiais possam acessar, navegar, interagir e contribuir com informações disponíveis na web, materiais eletrônicos e computadores (Ara *et al.*, 2024). A missão atual da WAI é coordenar esforços internacionais, técnicos e humanos para melhorar a acessibilidade da web (Ara *et al.*, 2024).

As características de acessibilidade são definidas por organizações especializadas em desenvolvimento web, como o W3C, por meio da WAI, que estabelece as diretrizes e padrões a serem considerados para criar conteúdo acessível a pessoas com deficiência, a fim de eliminar barreiras e incentivar mais desenvolvedores, criadores e *designers* a incluírem essas condições (Baños *et al.*, 2021). A WAI define as condições por meio das WCAG, com o objetivo de estabelecer padrões para o desenvolvimento de conteúdo da web acessível a pessoas com deficiência, incluindo deficiências visuais, auditivas, físicas, de fala, cognitivas, de linguagem, de aprendizagem e neurológicas, em geral, em páginas da web ou aplicativos em ambientes web (Baños *et al.*, 2021; W3C, 2024).

As diretrizes da WCAG podem tornar o conteúdo acessível não apenas para cada condição individualmente, mas também para combinações delas, beneficiando assim os usuários da web em geral (Neves, 2022). Segundo W3C (2023), as diretrizes e critérios de sucesso

¹ O Consórcio *World Wide Web* (W3C) desenvolve padrões e diretrizes para ajudar todos a construir uma web baseada nos princípios de acessibilidade, internacionalização, privacidade e segurança.

² A *Web Accessibility Initiative* (WAI) do W3C desenvolve padrões e materiais de suporte para ajudá-lo a entender e implementar acessibilidade.

são organizados em torno de quatro princípios fundamentais que garantem a acessibilidade e usabilidade do conteúdo da web para todas as pessoas:

1. **Perceptível:** As informações e componentes da interface do usuário devem ser apresentáveis de forma que os usuários possam percebê-los. Isso significa que as informações não podem ser invisíveis para nenhum dos sentidos do usuário.
2. **Operável:** Os componentes da interface do usuário e a navegação devem ser operáveis. Isso significa que os usuários devem ser capazes de interagir com a interface, sem que ela exija operações que não possam ser realizadas.
3. **Compreensível:** As informações e a operação da interface do usuário devem ser compreensíveis. Isso significa que os usuários devem ser capazes de entender as informações apresentadas e como interagir com a interface, sem que o conteúdo ou a operação sejam muito complexos.
4. **Robusto:** O conteúdo deve ser robusto o suficiente para ser interpretado de forma confiável por uma ampla variedade de agentes de usuário, incluindo tecnologias assistivas. Isso significa que o conteúdo deve permanecer acessível à medida que as tecnologias evoluem.

Se qualquer uma dessas condições não for atendida, os usuários com deficiência podem enfrentar dificuldades ao usar a web. Cada princípio é detalhado por diretrizes e critérios de sucesso específicos, que ajudam a garantir a acessibilidade para pessoas com deficiência (W3C, 2023). Embora existam muitas diretrizes gerais de usabilidade que beneficiam todos os usuários, o WCAG versão 2.1 foca em diretrizes que abordam problemas específicos enfrentados por pessoas com deficiência (W3C, 2023). Isso inclui problemas que podem impedir ou dificultar severamente o acesso à web para essas pessoas.

Se pensar em uma estrutura hierárquica, os quatro princípios são fundamentais, seguidos pelas diretrizes, que estabelecem 13 objetivos básicos para tornar o conteúdo mais acessível a usuários com diferentes deficiências (W3C, 2023). Embora as diretrizes não sejam diretamente testáveis, elas oferecem a estrutura e os objetivos gerais para auxiliar os desenvolvedores na compreensão dos critérios de sucesso e na implementação das técnicas de forma mais eficaz (W3C, 2023). Cada diretriz define critérios de sucesso testáveis, permitindo a aplicação do WCAG 2.1 em situações que requerem requisitos e testes de conformidade, como em especificações de *design* e regulamentações (W3C, 2023). Esses critérios são classificados em três níveis de conformidade: A (mínimo), AA e AAA (máximo), para atender às diversas necessidades de grupos e situações distintas (W3C, 2023).

2.3.1 *Design Web Responsivo*

Com a proliferação de dispositivos variados e telas de tamanhos diversos, surgiu a necessidade de conceber interfaces flexíveis e adaptáveis. Diante do avanço contínuo da tecnologia e da diversidade de dispositivos utilizados para acessar a web, o *design* responsivo se configura como um elemento vital para o sucesso das aplicações web modernas. Sua implementação cuidadosa e estratégica viabiliza uma experiência consistente e agradável para os usuários, independentemente do dispositivo que utilizem (Sampaio, 2023).

Um ponto crucial no desenvolvimento de interfaces é o conceito de *design* web responsivo. Essa abordagem visa não apenas a adaptação, mas também a otimização automática da interface e seus elementos para se ajustarem harmoniosamente aos variados tamanhos de tela dos dispositivos que acessam uma página web (Yousaf *et al.*, 2019). O *design* web responsivo vai além da simples adaptação, pois almeja oferecer uma experiência de usuário consistente e intuitiva, independentemente do dispositivo utilizado (Sampaio, 2023). Isso é possível por meio de uma reorganização inteligente dos elementos da interface, garantindo que a disposição e a interação sejam igualmente eficazes em telas grandes de *desktops* ou em pequenos *displays* de dispositivos móveis (Yousaf *et al.*, 2019).

O *design* web responsivo não apenas assegura a funcionalidade das interfaces, mas também visa aprimorar a usabilidade, oferecendo uma experiência agradável e coerente para os usuários em qualquer contexto de acesso (Parlakkiliç, 2022). Assim, o *design* web responsivo representa um pilar essencial para a adaptação e correta apresentação do conteúdo em distintos dispositivos, como computadores, *tablets* e *smartphones* (Yousaf *et al.*, 2019). Seu propósito primordial consiste em estabelecer uma experiência de usuário uniforme e otimizada, independentemente do dispositivo utilizado para acessar a aplicação. Essa capacidade é alcançada por meio de técnicas como *grids* flexíveis, *media queries* e imagens adaptáveis, viabilizando uma reorganização inteligente do conteúdo (Sampaio, 2023).

Os *grids* flexíveis possibilitam a construção de *layouts* que se adequam às distintas dimensões de tela (Sampaio, 2023). As *media queries* constituem ferramentas fundamentais no *design* web responsivo, possibilitando a aplicação de estilos específicos de acordo com as características do dispositivo, como largura de tela, orientação e densidade de *pixels* (Sampaio, 2023). Paralelamente, as imagens adaptáveis asseguram a exibição de imagens em alta qualidade, ajustando-se dinamicamente ao tamanho do dispositivo. O *design* web responsivo não se restringe meramente ao aspecto estético, desempenhando um papel crucial na experiência do usuário

(Parlakkiliç, 2022).

Além da questão das limitações impostas pelos dispositivos e suas características, é importante levar em consideração as diferentes capacidades dos usuários em questão (Sampaio, 2023). Logo, a acessibilidade é um conceito essencial a ser trabalhado no desenvolvimento. Uma possibilidade de abordagem é através das diretrizes do WCAG, que, conforme subseção anterior, apresentam uma gama de recomendações baseadas em quatro princípios: perceptível, operável, compreensível e robusto, com o objetivo de tornar o conteúdo da web mais acessível em diversos dispositivos (Kirkpatrick *et al.*, 2023).

Em um cenário multifacetado, onde nos deparamos com dispositivos que variam desde *smartphones* de resoluções compactas a *smart TVs* com telas enormes e *tablets* de tamanhos intermediários, surgiram diversas alternativas para o desenvolvimento de sites e aplicações web capazes de proporcionar uma excelente experiência ao usuário (Sampaio, 2023). Uma dessas estratégias é a criação de versões otimizadas para *smartphones* e *tablets*, conhecida como *mobile optimization*. No entanto, a personalização de experiências para cada dispositivo pode ser inviável diante do ritmo acelerado das evoluções tecnológicas (Marcotte, 2011).

2.4 Tecnologias Assistivas para a Promoção do Acesso aos Usuários de Libras

O processo de ensino-aprendizagem formal da Libras existe em razão da inclusão de pessoas surdas na sociedade e, consequentemente, em seu contexto regular de ensino, enquanto um direito social. Trata-se de garantir a acessibilidade comunicativa dessa população, uma vez que essa língua deve estar presente para assegurar que todo o processo de formação considere as especificidades de cada aluno com surdez e/ou deficiência auditiva. A acessibilidade, segundo o Estatuto da Pessoa com Deficiência (Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, 2015), em seu artigo 53, é um “(...) direito que garante à Pessoa com Deficiência ou com mobilidade reduzida viver de forma independente e exercer seus direitos de cidadania e de participação social”.

Já a Convenção Internacional sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência, ratificada no Brasil pelo Decreto Legislativo n.º 186/2008, em seu artigo nono, entende que acessibilidade diz respeito a uma “(...) ferramenta para que as pessoas com deficiência atinjam sua autonomia em todos os aspectos da vida”, e neste sentido, “(...) demonstra uma visão atualizada das especificidades dessas pessoas, que buscam participar dos meios usuais que a sociedade em geral utiliza para funcionar plenamente nos dias de hoje, não se reduzindo apenas à acessibilidade e ao meio físico” (Resende; Vital, 2008, p. 47).

É evidente que a tecnologia vem se tornando cada vez mais essencial na vida e no cotidiano das pessoas, seja para as atividades laborais, culturais e de lazer, e sobretudo, para os processos educativos. Já há algum tempo, as escolas adotaram o uso de recursos tecnológicos para ensinar, utilizando ferramentas como *tablets* e computadores com acesso à internet, inserindo-os em seus projetos políticos pedagógicos. Para nomear essas mudanças significativas no contexto educacional, surge uma nova terminologia: “Tecnologias da Informação e Comunicação”, popularmente conhecidas como “TICs”.

De acordo com Oliveira *et al.* (2015), esses mecanismos no ensino são cada vez mais necessários, uma vez que tornam a aula muito mais atrativa, proporcionando ao aluno uma forma diversificada de aprendizagem. Eles acreditam que esse conjunto de recursos tecnológicos “(...) operam como molas propulsoras e recursos dinâmicos de educação, à proporção que, quando bem utilizados pelos educadores e educandos, proporcionam a intensificação e a melhoria das práticas pedagógicas desenvolvidas em sala de aula e fora dela” (Oliveira *et al.*, 2015, p. 80). Isso ocorre porque, ainda segundo os autores:

“(...) as transformações nas formas de comunicação e de intercâmbio de conhecimentos, desencadeadas pelo uso generalizado das tecnologias digitais nos distintos âmbitos da sociedade contemporânea, demandam uma reformulação das relações de ensino e aprendizagem, tanto no que diz respeito ao que é feito nas escolas, quanto a como é feito. Precisamos então começar a pensar no que realmente pode ser feito a partir da utilização dessas novas tecnologias, particularmente da Internet, no processo educativo. Para isso, é necessário compreender quais são suas especificidades técnicas e seu potencial pedagógico.” (Oliveira *et al.*, 2015, p. 77).

No entanto, cabe destacar que o uso da tecnologia na educação não muda necessariamente o processo de ensino; contudo, é possível considerá-la como uma ferramenta de suporte para esse sistema. Ou seja, os dispositivos tecnológicos surgem na perspectiva de serem mecanismos que auxiliam na mediação do processo de ensino-aprendizagem. Assim como o processo educativo em suas modalidades avançou com o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), é preciso destacar outros benefícios advindos dessas tecnologias. Estas tecnologias podem ser divididas em: sistemas auxiliares ou próteses para a comunicação; para controle do ambiente; ferramentas ou ambientes de aprendizagem; e meios de inserção no mundo do trabalho profissional.

Já as TA são meios encontrados para encurtar a distância entre as pessoas com deficiência e a solução das dificuldades sociais que enfrentam em razão de sua condição. Nesse sentido, essas tecnologias possibilitam que as pessoas com deficiência vivam de forma natural diante

de dificuldades de acessibilidade, em diversas ordens (tais como arquitetônicas, urbanísticas, comunicativas, de socialização e ao currículo). Visam proporcionar a este público uma vida de qualidade, com independência e inclusão social.

Assim, podem ser considerados como recursos de tecnologias assistivas todos os equipamentos que buscam melhorar a capacidade funcional de pessoas com deficiência, indo desde a bengala até os softwares e hardwares especiais. Nessa diversidade de instrumentos tecnológicos, o campo da educação é cada vez mais beneficiado. É a partir dessas tecnologias que crianças com deficiência têm acesso a instrumentos que possibilitam a socialização no mesmo ambiente e com o mesmo currículo escolar dos alunos que não possuem deficiência, concretizando a inclusão.

Segundo Bersch (2009, p. 22), “o serviço de TA na escola tem por objetivo prover e orientar a utilização de recursos e/ou práticas que ampliem as habilidades dos alunos com deficiência, favorecendo a participação nos desafios educacionais”. A partir disso, a autora conclui que tais TA podem ser:

“(…) um recurso facilitador, um instrumento ou utensílio que especificamente contribui no desempenho nas tarefas necessárias e/ou desejadas e que fazem parte dos desafios do cotidiano escolar. O serviço de tecnologia assistiva na educação, portanto, possui perfil propositivo e busca resolver as dificuldades dos alunos, encontrando alternativas para que eles participem e atuem positivamente nas várias atividades propostas no currículo comum.” (Bersch, 2009, p. 22).

No entanto, é possível existir uma confusão conceitual entre TA e TICs. A diferença está, sobretudo, relacionada ao seu uso. Quando um aluno que usa cadeira de rodas devido a uma deficiência nos membros inferiores tem acesso a instrumentos tecnológicos como *tablets* ou computadores, não se trata de ter acesso a uma TA, já que os utiliza com o mesmo objetivo de seus colegas que não possuem deficiência. Nesse caso, o computador será apenas um recurso moderno aliado à educação, pois qualquer aluno, tendo ou não deficiência, ao utilizar um software educacional está se beneficiando da tecnologia para o aprendizado (Bersch, 2009, p. 12).

Somente são consideradas TA aquelas que incentivam o aluno com deficiência a romper limites que o impedem de aprender da mesma maneira que as demais crianças. Em outras palavras, na educação, a tecnologia só é considerada assistiva quando:

“(…) é utilizada por um aluno com deficiência e tem por objetivo romper barreiras sensoriais, motoras ou cognitivas que limitam/impedem seu acesso às informações ou limitam/impedem o registro e expressão sobre os conhecimentos adquiridos por ele; quando favorecem seu acesso e participação ativa e autônoma em projetos pedagógicos; quando possibilitam a manipulação de objetos de estudos; quando percebemos que sem este recurso tecnológico a participação

ativa do aluno no desafio de aprendizagem seria restrito ou inexistente.” (Bersch, 2009, p. 12).

Assim, são exemplos dessa tecnologia os leitores de textos, textos em braille, teclados virtuais, textos com símbolos, o ensino da Libras a partir de meios tecnológicos, e todas as outras formas que tornem possível a acessibilidade do aluno com deficiência para aprender, juntamente com os demais, sem atraso ou diferenças no currículo escolar. Essas são consideradas TA “(...) quando percebemos que, retirando o apoio dado pelo recurso, o aluno fica com dificuldades de realizar a tarefa e está excluído da participação” (Bersch, 2009, p. 12).

Os aparelhos de amplificação sonora são uma das tecnologias mais antigas utilizadas por profissionais da saúde para atender pessoas com deficiência auditiva (e, portanto, que não se reconhecem como surdas e nem utilizam a língua de sinais como forma de comunicação). Mais recentemente, o uso de implantes cocleares tem se fortalecido como uma nova tecnologia para o mesmo público, uma vez que, em muitos casos, registra-se que a pessoa tem uma sensibilidade sonora bem próxima à audição dos ouvintes.

No entanto, embora seja uma solução eficaz para alguns, tais recursos não são adotados pelas pessoas surdas que, identitariamente, se percebem como tais. Para estas, o uso da Libras se tornou o meio de comunicação eficaz e recomendado para os que compõem a comunidade surda, uma vez que o foco passou a ser a comunicação e não mais práticas de oralização. Por isso, caracterizamos a pessoa surda como aquela que consegue se comunicar através da Libras, aprendida em processos educativos que se pautem por uma educação bilíngue.

Nessa perspectiva da inclusão de pessoas surdas usuárias de Libras (e ouvintes que desejam aprendê-la), foram desenvolvidas diversas TA capazes de auxiliar tanto no ensino quanto na aprendizagem da língua de sinais. Atualmente, isso também se dá por intermédio de aplicativos que podem ser utilizados em celulares, *tablets* e computadores.

2.4.1 Aplicativos Tradutores para Libras

Esta subseção apresenta aplicativos tradutores de português para Libras. Gouveia & Schweikart (2023) realizaram um estudo sobre o uso de aplicativos como recursos na interação e mediação em Libras e destacaram que os aplicativos tradutores de português para Libras mais conhecidos são: Hand Talk, ProDeaf e VLibras. No entanto, o ProDeaf, um aplicativo originário de Pernambuco e desenvolvido pela Universidade Federal de Pernambuco, uniu-se ao Hand Talk, transformando-se em uma única marca (Marinho *et al.*, 2021; Araújo; Oliveira, 2022; HAND

TALK, 2024a).

Araújo *et al.* (2021) realizaram um estudo no qual discutiram e avaliaram aplicativos móveis de tradução do português para Libras, que sejam de acesso gratuito e operem no sistema operacional Android. Nesse estudo, foram elencados os seguintes aplicativos: Hand Talk, Giulia, VLibras, Rybená, Libras Lens e Acesso Brasil. Neste sentido, as próximas subseções descrevem os aplicativos mencionados por Gouveia & Schweikart (2023) e Araújo *et al.* (2021), destacando suas características e funcionalidades.

2.4.1.1 *Hand Talk*

O aplicativo Hand Talk, de origem brasileira, foi criado em 2012 e lançado em 2013, com uma atualização em 2020. Além de traduzir para Libras, ele também oferece a oportunidade de aprender a Língua de Sinais Americana (ASL). O aplicativo foi desenvolvido com o objetivo de traduzir textos ou áudios em português para qualquer Língua de Sinais, bastando selecionar a desejada. Ele também permite ao usuário consultar milhares de sinais, funcionando como um dicionário de Libras que auxilia o estudante a aprender sinais por tema (Melo; Almeida, 2023). A Figura 1 apresenta o logotipo de divulgação do Hand Talk.

Uma funcionalidade essencial do aplicativo é um *plugin* de acessibilidade que converte o conteúdo textual de páginas da web para Libras. Segundo Ronaldo Tenório, *Chief Executive Officer* (CEO) e fundador da Hand Talk, a tecnologia permite que ultrapassemos barreiras e alcancemos praticamente qualquer lugar. É por meio dela que facilitamos a aproximação entre as pessoas, aumentamos a acessibilidade para milhões e contribuimos para um mundo mais justo e inclusivo (Souza; Leite, 2024). Portanto, o aplicativo oferece às pessoas que utilizam essa linguagem a possibilidade de navegar na web com maior independência. Além disso, habilita aqueles que não estão familiarizados com a língua de sinais a se comunicarem com quem a utiliza, tornando-se assim uma ferramenta valiosa para esse grupo.

Segundo Melo & Almeida (2023), o Hand Talk possui características fundamentais para quem precisa aprender e tem ajudado muitos professores na criação de materiais para o público surdo. Sua criação tem sido fundamental na área, contribuindo significativamente para crianças, jovens, adultos, professores e até mesmo para campanhas de conscientização sobre a comunidade surda e a difusão das Línguas de Sinais.

O aplicativo é especialmente importante para o ensino e aprendizado da Libras, sendo a plataforma mais utilizada no campo da tradução e tendo parcerias com O Boticário,

Figura 1 – Logotipo de Apresentação do Hand Talk



Fonte: HAND TALK (2024b).

Azul, Samsung, Magalu, Unimed, Bradesco, Claro, entre outros. É um aplicativo reconhecido e de grande importância tanto para o meio social quanto educacional (Melo; Almeida, 2023). Por ser público e gratuito, o Hand Talk pode ser utilizado por todos para diversos fins.

Por curiosidade, destaca-se que o aplicativo Hand Talk foi eleito o melhor na categoria Inclusão Social e recebeu o prêmio em um concurso promovido pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2013, nos Emirados Árabes, sendo então considerado o “melhor aplicativo do mundo”. Além disso, recebeu vários outros prêmios (Souza; Leite, 2024).

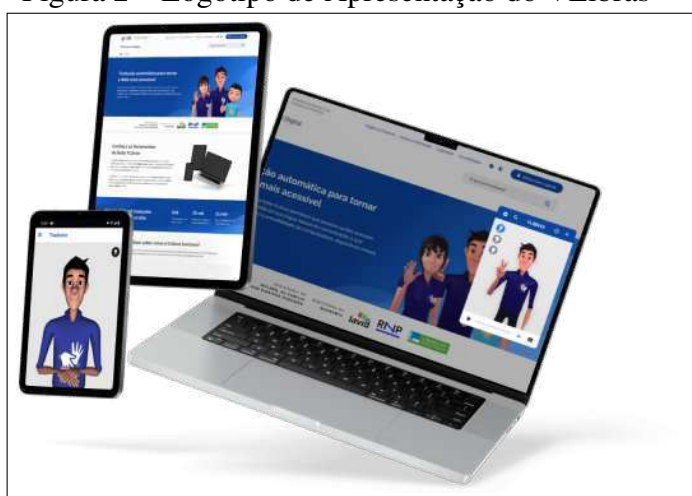
2.4.1.2 VLibras

O VLibras é fruto de uma parceria entre o Ministério da Gestão e Inovação em Serviços Públicos (MGISP), por meio da Secretaria de Governo Digital (SGD), o Ministério dos Direitos Humanos e da Cidadania (MDHC), por meio da Secretaria Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNDPD), e a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), através do

Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital (LAVID) (Brasil, 2024b).

A suite VLibras é um conjunto de ferramentas de código aberto responsável por traduzir textos, áudios e vídeos em português para a Libras (Oliveira *et al.*, 2020), tornando computadores, *smartphones* e plataformas web mais acessíveis para as pessoas surdas. Dados divulgados no site oficial do VLibras evidenciam a efetividade do programa, como a realização de mais de 120 mil traduções diárias, treinamento de 90 mil frases por IA e disponibilidade de mais de 21 mil sinais na biblioteca interna (Brasil, 2024b). A Figura 2 apresenta o logotipo de divulgação do VLibras.

Figura 2 – Logotipo de Apresentação do VLibras



Fonte: Brasil (2024b).

O VLibras também possibilita um conjunto de iniciativas e portarias do Ministério da Comunicação (MCom), que, já em 2006, estabeleceu que até 2020 as emissoras de televisão teriam que incluir de forma obrigatória a janela do intérprete, visando promover uma maior imersão da sociedade na Libras (Oliveira *et al.*, 2020). No entanto, é fundamental destacar que o VLibras não substitui a presença de um intérprete humano, mas pode ser uma alternativa viável em situações em que a comunicação presencial não é possível ou necessária (Santos; Honorato, 2024) (Brasil, 2024b).

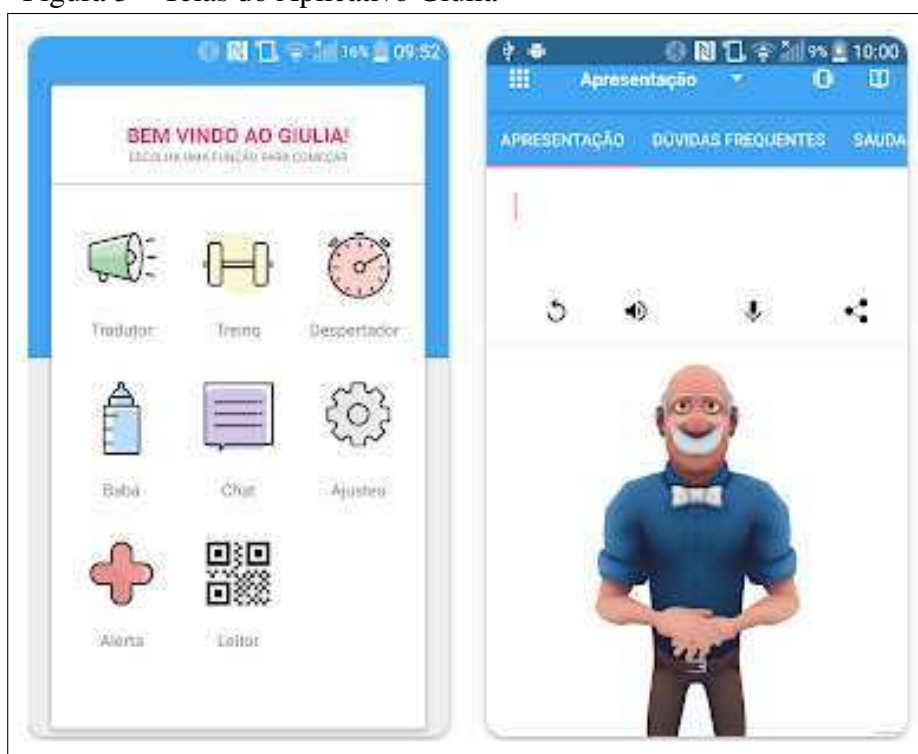
O VLibras está disponível no portal Software Público Brasileiro (SPB), onde são disponibilizados e compartilhados soluções digitais para diversos setores. O SPB reúne uma categoria específica de software livre que atende às necessidades de modernização da administração pública em qualquer nível de governo (União, Estados, Distrito Federal e Municípios) e é compartilhado sem custos. Os serviços oferecidos pelo SPB são acessados até por outros países, como Uruguai, Argentina, Portugal, Venezuela, Chile e Paraguai. Já são 81 softwares e soluções

digitais catalogados para compartilhamento (Brasil, 2024a).

2.4.1.3 Giulia

O objetivo principal do Giulia é possibilitar que pessoas com deficiência auditiva que utilizam a Libras sejam compreendidas por ouvintes que não têm conhecimento da língua de sinais, promovendo uma melhor interação entre eles (MAP INNOVATION, 2024). Isso é especialmente importante em ambientes e situações críticas para os surdos, como hospitais, escolas, delegacias de polícia e outros. A Figura 3 apresenta algumas telas do aplicativo Giulia.

Figura 3 – Telas do Aplicativo Giulia



Fonte: MAP INNOVATION (2024).

O Giulia é um recurso de suporte para surdos, uma ferramenta para emergências ou momentos em que um intérprete humano não está disponível. O que nos diferencia é que o Giulia não é apenas mais um tradutor, mas sim uma central de comunicação para a pessoa surda (MAP INNOVATION, 2024). É válido ressaltar que o aplicativo Giulia permite que os *smartphones* traduzam os movimentos da Libras em áudio, utilizando IA, e vice-versa (Bastos *et al.*, 2016). Isso facilita a vida dos deficientes auditivos em diversas tarefas do dia a dia.

2.4.1.4 Rybená

A solução Rybená foi fruto de uma colaboração entre o Grupo de Usuários Java do Distrito Federal (DFJUG) e o Instituto CTS, estabelecida em 2003 (ICTS, 2024). A Rybená é um aplicativo disponível para dispositivos móveis com sistemas Android ou iOS, desenvolvido para auxiliar pessoas com deficiência auditiva a se comunicar, ler mensagens, acessar dispositivos, entre outras funcionalidades (Pizolli *et al.*, 2021). Atualmente, a ferramenta também está disponível para *desktop* no formato *web/mobile* (ICTS, 2024). Além disso, o aplicativo foi projetado para ser útil também para deficientes visuais, oferecendo leitura de mensagens. Sua interface versátil permite diversas formas de uso, adaptando-se às necessidades dos usuários. A Figura 4 apresenta uma tela da solução Rybená.

Figura 4 – Tela da Solução Rybená



Fonte: ICTS (2024).

Criado pelo grupo ICTS, que foca em comunicação acessível e inclusão digital, a Rybená facilita que pessoas com deficiências realizem operações de maneira rápida e prática, traduzindo palavras e frases do português para a Libras. Além disso, o aplicativo integra recursos tecnológicos avançados, permitindo que usuários com deficiência auditiva se engajem mais facilmente com o mundo digital (Pizolli *et al.*, 2021). Assim, nos dias de hoje, Rybená converte

textos em português para Libras e voz, facilitando o acesso a conteúdos *online* para surdos, indivíduos com deficiências intelectuais, analfabetos funcionais, idosos, pessoas com dislexia e outros que enfrentam desafios de leitura e compreensão textual (ICTS, 2024).

2.4.1.5 Libras Lens

O Libras Lens é um aplicativo capaz de traduzir textos em português para a Libras, empregando a câmera do *smartphone* para reconhecer textos no ambiente real e convertê-los para Libras (Araújo *et al.*, 2021; Devnicious, 2024). Essa característica, de utilizar a câmera do *smartphone* para ler informações em português, o distingue de outros aplicativos similares (Araújo, 2021). Outra informação importante é que o Libras Lens originou-se do VLibras, que é um software de código aberto (Araújo, 2021) e permite a derivação de outros softwares a partir de um código-fonte existente. Algumas telas do Libras Lens podem ser visualizadas na Figura 5.

Figura 5 – Algumas Telas do Libras Lens



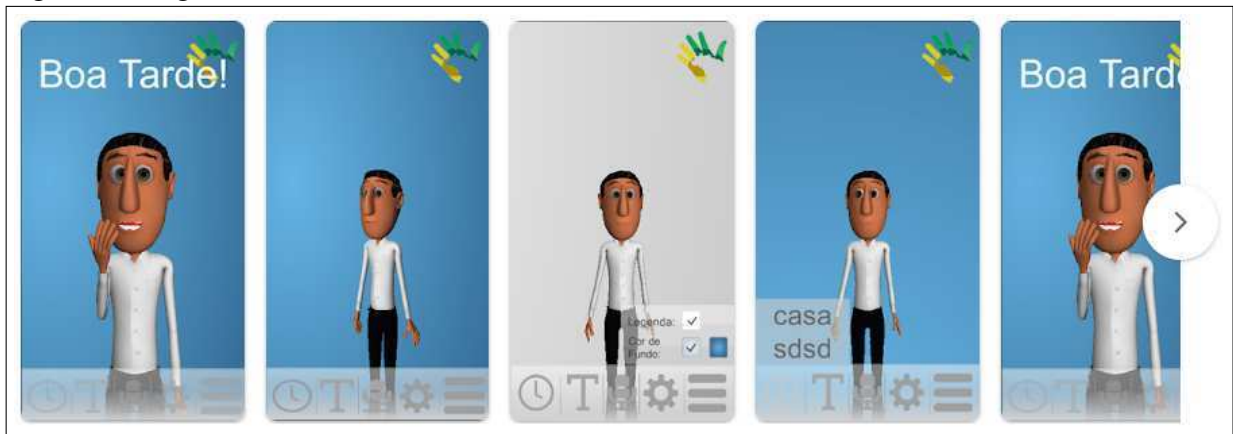
Fonte: Devnicious (2024).

2.4.1.6 Acesso Brasil

O Acesso Brasil é um aplicativo, desenvolvido pela MDS Tecnologia da Informação Ltda., que converte textos em português para a Libras (Araújo *et al.*, 2021). Ele é, portanto, um tradutor capaz de converter texto oral (fala) e escrito em animações 3D em Libras (MDS, 2024). Para isso, utiliza tecnologias de reconhecimento de voz e conhecimento em fonética, terapia da fala e linguagem para mapear o conteúdo da fala de uma forma reconhecida pelo computador (MDS, 2024). Após isso, com o uso de tecnologias 3D, esse conteúdo se torna animações em Libras reproduzidas por um avatar. Algumas telas do Acesso Brasil podem ser visualizadas na

Figura 6.

Figura 6 – Algumas Telas do Acesso Brasil



Fonte: MDS (2024).

2.5 Extração Automática de Conteúdos na Web

As informações são comumente disponibilizadas na web por meio de documentos (Tanenbaum; Steen, 2007), também conhecidos como páginas web, que podem incluir conteúdos multimídia como textos, áudios, vídeos, animações, imagens e arquivos binários (Nascimento *et al.*, 2021). Segundo Coulouris *et al.* (2013), a web tem evoluído sem alterar sua estrutura básica, que se fundamenta em três componentes tecnológicos principais: a) *HyperText Markup Language* (HTML), uma linguagem de marcação usada para estruturar páginas web e preencher com conteúdo, permitindo que sejam interpretadas pelos navegadores; b) *Uniform Resource Locator* (URL), que serve para identificar documentos, páginas e outros recursos disponíveis na web; e c) a arquitetura cliente-servidor (Kurose; Ross, 2010), com regras padrão que regulam a interação entre navegadores e servidores através do protocolo *HyperText Transfer Protocol* (HTTP), facilitando o acesso a documentos, páginas e uma variedade de outros recursos disponíveis em servidores web (Nascimento *et al.*, 2021).

Dessa forma, uma página web, que comumente chamada de site, é simplesmente um documento acessível pela internet, podendo ser visualizado em um navegador web. Essa página é construída principalmente com duas tecnologias-chave: HTML e *Cascading Style Sheets* (CSS). O HTML tem a função crucial de definir a estrutura e o conteúdo acessível ao usuário. Por outro lado, o CSS é responsável pela aparência e estilo da página, possibilitando uma experiência visual atraente e consistente para os usuários. É válido ressaltar que o HTML é a linguagem de marcação padrão para a criação e estruturação de páginas web.

Na era atual do *big data*, os profissionais mais interessados nessa área incluem cientistas de dados, analistas de inteligência de negócios e outros profissionais que lidam com informação. Eles frequentemente precisam buscar e coletar dados de diversos sites para integrar essas informações aos seus processos analíticos (Raza; Gulwani, 2020). Os cientistas de dados, por exemplo, que na maioria dos casos utilizam Python, frequentemente empregam bibliotecas de análise de HTML, como BeautifulSoup³, Selenium⁴ ou Scrapy⁵. Essas ferramentas exigem que eles escrevam manualmente códigos, como expressões XPath ou CSS, para extrair dados de sites na web como parte de seus *scripts* de análise (Raza; Gulwani, 2020). Esse processo demanda que os usuários tenham conhecimento dessas linguagens de consulta HTML e também invistam tempo e esforço para entender o *layout* de cada novo site.

Geralmente, para a técnica de *web scraping*, é necessário desenvolver dois componentes: um *web crawler* para percorrer os *links* e um *web scraper* para extrair dados desses *links* percorridos (Alkaberi *et al.*, 2021). Os *web crawler* usam algoritmos recursivos para escanear a página de um *site* específico em busca de *links* e, em seguida, armazená-los em uma estrutura de dados. Em seguida, os *web crawlers* buscam os *links* armazenados, abrem as páginas da web vinculadas e as armazenam na mesma estrutura de dados. Esse processo é repetido recursivamente até que todos os *links* tenham sido percorridos. Posteriormente, o *web scraper* extrai os dados necessários da página da web, criando programas que executam consultas ao servidor web e solicitam dados, geralmente em HTML ou em outras formas de páginas da web. Os dados são então analisados para extrair as informações necessárias.

³ BeautifulSoup 4. Disponível em: <https://pypi.org/project/beautifulsoup4/>. Acesso em: 25 de janeiro de 2025.

⁴ Selenium automates browsers. That's it! Disponível em: <https://www.selenium.dev/>. Acesso em: 25 de janeiro de 2025.

⁵ Scrapy | A Fast and Powerful Scraping and Web Crawling Framework. Disponível em: <https://scrapy.org/>. Acesso em: 25 de janeiro de 2025.

3 METODOLOGIA

Este capítulo descreve a metodologia utilizada nesta pesquisa, oferecendo uma análise detalhada dos métodos científicos empregados para explorar a questão principal do estudo, abordando tópicos como a natureza da pesquisa, objetivos, procedimentos técnicos e sujeitos. Adicionalmente, detalha-se o uso do modelo de desenvolvimento incremental, um dos modelos de processo de software mencionados por Sommerville (2011), no desenvolvimento do produto educacional denominado “Fortaleza Libras”.

3.1 Tipo de Pesquisa

Esta seção baseia-se no livro de Wazlawick (2009), que trata da metodologia de pesquisa científica aplicada à ciência da computação. Este fundamento é essencial, pois o estudo atual emprega métodos científicos na criação de um produto educacional em forma de software.

3.1.1 *Natureza*

Conforme Wazlawick (2009), a pesquisa pode ser classificada, quanto à sua natureza, em trabalhos originais e resumos de assuntos. Os trabalhos originais visam introduzir novos conhecimentos, fundamentados em observações e teorias desenvolvidas para explicá-las. Por outro lado, os resumos de assuntos têm o objetivo de organizar sistematicamente uma área de conhecimento, frequentemente destacando sua trajetória histórica e o estado atual da arte.

Considerando que este estudo envolve a especificação, desenvolvimento e avaliação de um produto educacional baseado na criação de uma plataforma web com adoção de TA e uma interface de *design* web responsivo, que visa oferecer uma nova maneira para os professores elaborarem aulas por meio da extração automática de conteúdo da web e também facilitar o acesso de alunos surdos de forma inclusiva a essas aulas. Portanto, este estudo se classifica melhor como um trabalho original em termos de natureza.

3.1.2 *Objetivos*

Quanto aos objetivos, a pesquisa pode ser classificada como exploratória, descritiva ou explicativa, pois o pesquisador realizou uma busca e exploração em artigos, livros e outros periódicos, sendo todos lidos, gerando o arcabouço necessário para a realização da pesquisa

conforme Wazlawick (2009). A pesquisa exploratória geralmente representa a fase inicial de um processo de investigação mais amplo e ocorre quando o pesquisador começa sem uma hipótese ou objetivo claramente definido (Wazlawick, 2009). Neste estudo, a abordagem exploratória foi adotada para formalizar o tema através de um levantamento inicial do estado da arte, com a finalidade de delinear o problema de pesquisa, definir o escopo inicial e estabelecer os objetivos gerais e específicos iniciais.

3.1.3 Procedimentos Técnicos

No que diz respeito aos procedimentos técnicos, a pesquisa é classificada como bibliográfica, pois envolve a análise de artigos, dissertações, teses, livros e outras publicações geralmente disponíveis em editoras e indexadas (Wazlawick, 2009). Este tipo de pesquisa é um passo fundamental e preliminar em qualquer trabalho científico, embora não gere novo conhecimento. Em vez disso, fornece ao pesquisador informações públicas que ele ainda não possuía.

Na presente pesquisa, a abordagem bibliográfica foi adotada durante a realização da revisão dos elementos técnicos de TA, aplicativos para ensino ao público-alvo, técnicas de acessibilidade etc. Ademais, a pesquisa bibliográfica foi útil para a construção dos elementos teóricos contidos no Capítulo 2, pois foi realizada uma revisão completa do estado da arte sobre o assunto e do problema abordado neste estudo.

De acordo com Wazlawick (2009), a pesquisa experimental deve empregar técnicas rigorosas de amostragem e testes de hipóteses para que seus resultados sejam estatisticamente aceitáveis e passíveis de generalização. Assim, além da pesquisa bibliográfica, este estudo também incorpora a pesquisa experimental. As etapas do modelo de desenvolvimento incremental de software incluem estágios de testes e validação, os quais são realizados para acompanhar a evolução do produto educacional e verificar a correção das funcionalidades almejadas.

3.2 Sujeitos

A escolha do público-alvo desta pesquisa foi fundamentada em uma premissa básica: professores com perfis de ensino em geografia, ciências humanas, estudos sociais, pedagogos e áreas afins serão convidados a participar por meio de questionários estruturados. Além disso, são docentes com conhecimentos básicos em tecnologias (como computadores, aplicativos,

plataformas etc.) e que, ao mesmo tempo, possam avaliar a relevância do produto educacional para o ensino de cartografia a pessoas surdas. Inicialmente, a pesquisa pretendia ser aplicada com alunos surdos de uma escola bilíngue da rede municipal de ensino público de Fortaleza/CE. No entanto, alguns obstáculos para sua realização foram levantados durante as sessões de orientação, como, por exemplo:

1. Os alunos surdos da escola pública pesquisada teriam acesso ao produto educacional Fortaleza Libras através de quais dispositivos tecnológicos?
2. Os alunos surdos da escola pública pesquisada teriam acesso ao produto educacional Fortaleza Libras durante as aulas de geografia, na sala de aula ou em outro espaço? Qual?
3. Os alunos surdos da escola pública pesquisada teriam acesso ao produto educacional Fortaleza Libras através de qual rede de internet, que fosse capaz de suportar o acesso dos mesmos através dos dispositivos tecnológicos?
4. Os alunos surdos da escola pública pesquisada, superando os itens 1, 2 e 3 supramencionados, teriam acesso ao produto educacional Fortaleza Libras? Estes mesmos alunos ao conseguir acessar a plataforma, estão em que nível de alfabetização e leitura da língua portuguesa e em aprendizagem em Libras, e ainda mais, dominem as habilidades de utilização dos dispositivos tecnológicos disponíveis?

Por desconhecer a estrutura das escolas bilíngues de Fortaleza/CE, assim como a incapacidade de satisfazer adequadamente os entraves acima mencionados para a utilização do produto educacional Fortaleza Libras, o público-alvo para a realização da pesquisa que melhor se adequou foram os professores da disciplina de geografia, ciências humanas, estudos sociais, pedagogos e áreas afins do ensino fundamental, mais precisamente dos anos iniciais das escolas públicas municipais bilíngues (alguns dos quais podem inclusive ser surdos), pois os mesmos lidam diretamente com os alunos das séries iniciais do ensino fundamental e podem acessar o produto educacional dos seus próprios dispositivos móveis em casa ou em outro local que desejarem.

Ademais, podem acessar também usando dispositivos *chromebooks*, cedidos pela Prefeitura Municipal de Fortaleza, para utilizar para estudo e planejamento. Uma vez que já se apropriam da utilização das Libras para comunicação, assim como do domínio da língua portuguesa. Outro ponto que merece destaque e que enfatiza a relevância da escolha dos professores do ensino de geografia do ensino fundamental, mais especificamente dos anos iniciais, é que estes podem contribuir indicando novas palavras, as quais servirão como novos argumentos

de pesquisa para os *bots*, que farão os mesmos buscarem cada vez mais palavras/expressões específicas referentes à cartografia.

Na busca incessante por seguir os preceitos mais respeitosos, no que se refere aos aspectos éticos no tratamento conferido aos dados de uma pesquisa científica na área da educação, propostos por Mattar & Ramos (2024), os nomes dos professores participantes foram anonimizados trocando o nome das pessoas por participante 1 e 2, e posteriormente foram descartados os dados coletados através dos questionários, conforme pode ser visto no Apêndice A. Ainda se referindo aos aspectos éticos da pesquisa, é mister salientar que, o Conselho Nacional de Saúde, através da Resolução nº 466/2012, exige que seja realizado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), ao realizar-se pesquisas com seres humanos, através de um documento formal, o qual, deverá impreterivelmente apresentar todas as informações sobre a pesquisa (objetivos, procedimentos, riscos, benefícios, tempo de duração etc.), explicando-o ao participante de forma clara e acessível e antes de assinar voluntariamente, podendo desistir a qualquer momento sem prejuízos (Mattar; Ramos, 2024).

Finalmente, os professores também poderão contribuir sobremaneira para a realização da pesquisa, expressando como é o uso do produto educacional Fortaleza Libras para o ensino de cartografia para alunos surdos dos anos iniciais do ensino fundamental de uma escola pública municipal em Fortaleza/CE, uma vez que poderão aplicar o seu olhar de professor, apresentando a praticidade, usabilidade, além de poderem realizar sugestões de melhoramentos, incrementos e críticas que poderão ser aplicadas para a atualização do produto educacional, criando novas versões. É importante ressaltar ainda que, os professores colaboram voluntariamente com a pesquisa e concordaram com o TCLE, que pode ser visualizado no Apêndice A.

3.3 Desenvolvimento do Produto Educacional

Um processo de software consiste em uma série de atividades ou etapas interligadas que resultam na criação de um produto de software (Sommerville, 2011). Essas atividades podem incluir o desenvolvimento de software a partir do zero em uma linguagem de programação comum. Segundo Sommerville (2011), existem vários processos de software diferentes, mas todos eles devem abranger quatro atividades essenciais para a engenharia de software:

1. **Especificação de software:** Define a funcionalidade do software e as restrições ao seu funcionamento.
2. **Projeto e implementação de software:** Produz o software de acordo com as especifica-

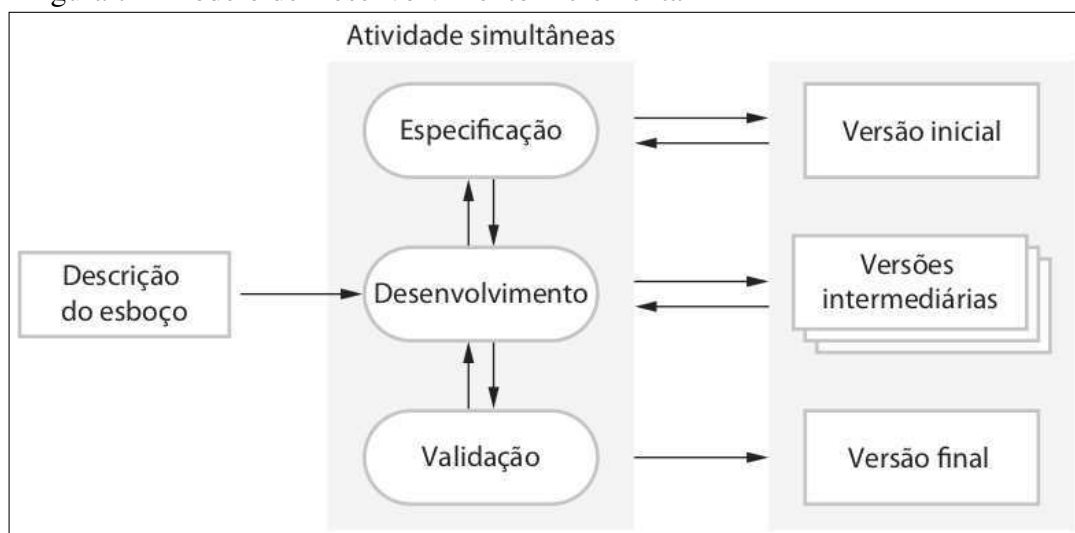
ções.

3. **Validação de software:** Garante que o software atenda às demandas do usuário.
4. **Evolução de software:** O software deve ser capaz de evoluir para atender às necessidades de mudança dos usuários.

O modelo de processo de software escolhido para orientar o desenvolvimento do produto educacional proposto nesta pesquisa é o modelo de desenvolvimento incremental. Segundo Sommerville (2011), este modelo facilita a obtenção de *feedback* dos usuários sobre o desenvolvimento realizado e também favorece a entrega e implementação rápida de um software útil ao cliente, mesmo que nem todas as funcionalidades sejam incluídas. O desenvolvimento incremental é a abordagem mais comum para o desenvolvimento de sistemas aplicativos (Sommerville, 2011).

Este modelo de desenvolvimento incremental intercala as atividades de especificação, desenvolvimento e validação. Baseia-se na ideia de criar uma implementação inicial, submetê-la aos comentários dos usuários e continuar iterativamente, criando várias versões até que uma aplicação adequada seja alcançada, conforme Figura 7. As atividades de especificação, desenvolvimento e validação são intercaladas, e não separadas, com um *feedback* rápido entre todas as atividades (Sommerville, 2011).

Figura 7 – Modelo de Desenvolvimento Incremental



Fonte: Sommerville (2011, p. 22).

Na aplicação do modelo de desenvolvimento incremental para a concepção do produto educacional, foram planejados alguns ciclos iniciais de incremento. Esses incrementos geram, a cada finalização, um entregável que deve ser avaliado pelos envolvidos na pesquisa,

incluindo todos os sujeitos descritos neste capítulo. Os principais incrementos planejados são:

1. O primeiro incremento é focado em reunir toda a documentação necessária para listar os requisitos da aplicação proposta. Assim, todo o estado da arte, incluindo questões de extração automática de conteúdo na web, acessibilidade na web, *design* web responsivo, TA aplicadas às pessoas surdas e o ensino voltado para pessoas surdas, é compilado e revisado para a especificação dos requisitos funcionais do Fortaleza Libras.
2. O objetivo do segundo incremento é disponibilizar a aplicação web para oferecer aos usuários, professores e alunos, funcionalidades de cadastro, login com criação de sessão de usuário e alterações/exclusões de seus cadastros. A aplicação web deve utilizar o *design* responsivo, adaptando sua interface aos diversos tamanhos de dispositivos computacionais, incluindo *tablets*, *smartphones*, etc.
3. O terceiro incremento é orientado à construção inicial da aplicação Python que implementa a funcionalidade de *web scraping* na aplicação Fortaleza Libras. Para isso, um projeto Python é desenvolvido, utilizando bibliotecas de interação com URL, protocolo HTTP e também o Selenium para obter funções de um navegador web. É importante que o terceiro entregável já demonstre as funções de interação com páginas web a partir de *links* e a obtenção dos conteúdos dessas páginas web.
4. O objetivo do quarto incremento é aprimorar a implementação do entregável anterior, adicionando a funcionalidade de que, a partir de um conjunto de palavras-chave, a técnica de *web scraping* seja capaz de encontrar conteúdos similares às palavras-chave informadas. Com isso, será feita a primeira validação de todo o processo de *web scraping* planejado nesta pesquisa.
5. O quinto incremento será destinado ao desenvolvimento dos cadastros de aulas, tópicos e conteúdos. Esses cadastros, primariamente, serão alimentados pela técnica de *web scraping* como uma sugestão de conteúdos retirados e devidamente referenciados da web. No entanto, é válido ressaltar que o professor tem o poder de decidir se vai ou não utilizar o conteúdo. O produto educacional Fortaleza Libras encontra o conteúdo, mas o professor tem a liberdade de escolher o que será utilizado em sua aula.
6. O sexto incremento é focado na integração da aplicação web com a aplicação Python. Assim, a partir da interface web de cadastro de aulas, é possível colocar em execução a técnica de *web scraping* para recomendar conteúdos oriundos da web, auxiliando o professor na elaboração de suas aulas.

7. Por fim, o sétimo incremento tem como objetivo adicionar o VLibras à aplicação web do Fortaleza Libras e verificar o nível de conformidade com as questões de acessibilidade previstas na WCAG para pessoas surdas e demais públicos.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo tem como objetivo apresentar o produto educacional Fortaleza Libras, uma plataforma desenvolvida para oferecer aos estudantes surdos uma alternativa acessível aos conteúdos de cartografia na disciplina de Geografia, por meio de TA. São destacados, ao longo do texto, as justificativas para o desenvolvimento do produto, os requisitos funcionais, a arquitetura de software, as tecnologias utilizadas, bem como os aspectos relacionados à sua implementação e uso.

4.1 Justificativas e Objetivos

De acordo com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) Brasil (2019), a pesquisa realizada durante um mestrado profissional deve incluir o desenvolvimento de um Produto Educacional. Este produto deve estar fundamentado em referenciais teóricos e metodológicos escolhidos, e seu objetivo deve ser resolver uma questão surgida da pesquisa ou atender a uma necessidade concreta da prática educacional. O Produto Educacional pode ser um artefato real ou virtual, ou mesmo um processo. É essencial apresentar uma descrição detalhada e especificações técnicas para possibilitar o registro e compartilhamento do Produto ou processo criado. Dessa forma, um software pode ser considerado um Produto Educacional válido dentro do escopo das pesquisas de pós-graduação profissionais *stricto sensu*.

A quantidade de dados e informações disponíveis na web está em constante crescimento, e projeções indicam que esse grande volume de dados aumentará. Existem diversos tipos de conteúdos de vários domínios, como saúde, educação, finanças, etc. A extração automática de dados da web é utilizada para capturar dados de um certo domínio e estruturá-los para serem utilizados em processos analíticos, estruturas de informação e descoberta do conhecimento.

O esforço para a elaboração de aulas ainda é uma tarefa que, quando feita manualmente, demanda muito tempo. Buscar por novas fontes de informação e por recursos multimídia também são tarefas que consomem muito tempo. Portanto, técnicas que utilizem a recomendação automática de conteúdo por meio da extração de dados da web podem aumentar a produtividade do professor na atividade de elaboração de aulas, principalmente na identificação de novas referências que podem ser utilizadas.

Além do esforço gasto na elaboração das aulas, deve-se também levar em consideração que tais materiais devem ser acessíveis a todo público discente, incluindo pessoas que

possuem alguma deficiência. Levando em consideração alunos surdos, existem diversas TA que podem ser utilizadas para tornar o material didático digital acessível. Além disso, os aspectos de acessibilidade na web por meio dos princípios e diretrizes da WCAG podem maximizar a inclusão no acesso aos materiais da web por parte das pessoas que possuem alguma deficiência. Portanto, tanto as TA quanto a acessibilidade na web por meio das diretrizes da WCAG ampliam o acesso aos diferentes perfis discentes ao mesmo tempo que promovem a inclusão.

O desenvolvimento de um produto educacional como aplicação web e com *design* web responsivo torna a utilização desse produto possível em uma maior variedade de dispositivos, pois uma das características do *design* web responsivo é adaptar a tela da aplicação aos diferentes tamanhos e resoluções dos dispositivos, incluindo *tablets*, *smartphones*, computadores, etc. Portanto, o desenvolvimento de produto educacional como uma aplicação web responsiva, servindo-se de TA, aspectos de acessibilidade da WCAG e da extração automática de conteúdo da web pode favorecer uma nova experiência na elaboração de aulas e também o acesso a essas aulas por parte dos alunos surdos. Em particular, o objetivo da pesquisa e a validação do produto educacional têm como foco a elaboração e o acesso às aulas de cartografia.

4.2 Requisitos Funcionais

Os requisitos de um sistema consistem nas descrições das ações que o sistema deve executar, nos serviços que ele deve fornecer e nas restrições que devem ser consideradas em seu funcionamento (Sommerville, 2011). Esses requisitos são baseados nas necessidades dos clientes para um sistema que cumpra uma finalidade específica, como controlar um dispositivo, fazer um pedido ou obter informações. O processo de identificar, analisar, documentar e validar esses serviços e restrições é conhecido como engenharia de requisitos (Sommerville, 2011).

Os requisitos funcionais de um sistema delineiam suas funcionalidades essenciais. Estes requisitos variam conforme o tipo de software a ser desenvolvido, os possíveis usuários e a abordagem organizacional na redação dos requisitos (Sommerville, 2011). Quando apresentados como requisitos do usuário, são geralmente descritos de forma abstrata, para serem compreendidos pelos usuários do sistema. Por outro lado, os requisitos funcionais específicos do sistema detalham as funções do sistema, suas entradas e saídas, assim como possíveis exceções (Sommerville, 2011). Sendo assim, e levando em consideração os objetivos da pesquisa, os seguintes requisitos funcionais foram elencados:

- [RF01] - A aplicação deve permitir que os alunos se cadastrem no produto educacional.

- **[RF02]** - A aplicação deve permitir que os alunos se identifiquem no produto educacional para assistir às aulas cadastradas pelos professores.
- **[RF03]** - A aplicação deve permitir que os professores se identifiquem no produto educacional para elaborar aulas, que serão cadastradas para consumo pelos alunos.
- **[RF04]** - A aplicação deve permitir que os professores identificados no produto educacional alterem ou atualizem suas aulas para melhorar o conteúdo.
- **[RF05]** - A aplicação deve permitir que os professores identificados no produto educacional removam suas aulas da base de dados.
- **[RF06]** - Alunos cadastrados e identificados no produto educacional podem alterar seus dados pessoais e de identificação.
- **[RF07]** - Professores cadastrados e identificados no produto educacional podem alterar seus dados pessoais e de identificação.
- **[RF08]** - Alunos cadastrados e identificados no produto educacional podem remover seu próprio cadastro.
- **[RF09]** - Professores cadastrados e identificados no produto educacional podem remover seu próprio cadastro.
- **[RF10]** - Professores cadastrados e identificados no produto educacional podem cadastrar novos professores para utilizarem a aplicação.
- **[RF11]** - Professores cadastrados e identificados no produto educacional podem elaborar automaticamente conteúdos de aulas a partir da extração automática de dados da web

4.3 Tecnologias Adotadas

Java é uma linguagem de programação amplamente utilizada para desenvolver diversos tipos de aplicativos, desde aplicativos web e móveis até software de nível corporativo (Vyas, 2023). À medida que a demanda por aplicativos eficientes, confiáveis e seguros em empresas continua a crescer, Java, uma linguagem de programação estável e multiplataforma, tem consistentemente desempenhado um papel crucial no desenvolvimento de aplicativos corporativos (Zhao; Li, 2024). Segundo o índice TIOBE de abril de 2024, Java foi apontada como a quarta linguagem de programação mais popular (TIOBE, 2024). O índice TIOBE, um indicador mensal da popularidade das linguagens de programação, baseia suas classificações no número de engenheiros qualificados globalmente, em cursos e em fornecedores terceirizados (TIOBE, 2024).

Java *Enterprise Edition* (EE) expande a plataforma básica de programação em Java para oferecer recursos para a implementação de aplicativos corporativos distribuídos, que podem ser executados em redes de computadores, incluindo ambientes web (Lano; Tehrani, 2023). Devido à sua simplicidade, menor complexidade e exigência de conhecimento tecnológico reduzido para a construção de aplicativos web em Java, optou-se por utilizar o Java EE como a plataforma de desenvolvimento do aplicativo Fortaleza Libras. Assim, o aplicativo Fortaleza Libras foi desenvolvido utilizando Java Servlets e *Java Server Pages* (JSP), juntamente com tecnologias para construção de páginas web como HTML, CSS e JavaScript.

O *design* web responsivo foi concebido para adaptar o tamanho da página da web de acordo com a tela do dispositivo. O Bootstrap, lançado pelo Twitter em 2011, é o *framework front-end* de código aberto mais popular para a criação de sites responsivos (Aryal, 2019). Ele foi criado para resolver problemas de *design* de interface e inconsistências. Devido ao seu *design* voltado para dispositivos móveis e funcionalidade responsiva, o Bootstrap é amplamente utilizado por desenvolvedores web. Grandes empresas como CNN e Netflix usam o *framework* em seus sites. Os principais atrativos do Bootstrap são seus componentes, *layout* e o poderoso sistema de grade responsiva de 12 colunas. Ele vem pré-projetado com HTML, CSS e JavaScript, facilitando a personalização dos elementos e do *layout* (Aryal, 2019). O Bootstrap é totalmente responsivo em todos os dispositivos, incluindo telefones celulares, iPads e *tablets*, tornando-o uma escolha atraente para os web *designers*, que agora precisam de sites que funcionem bem em diversos tipos de dispositivos, não apenas em *desktops* (Aryal, 2019). Devido à sua ampla utilização e extensa documentação, o Bootstrap foi adotado para implementar o *design* web responsivo da plataforma proposta nesta pesquisa.

Recentemente, o Python tem ganhado notável popularidade e se estabeleceu como a linguagem favorita para *web scraping*, graças à sua habilidade de gerenciar processos complexos com facilidade (Sirisuriya, 2023). Adicionalmente, o Python disponibiliza diversas bibliotecas projetadas especificamente para *web scraping*, sendo BeautifulSoup¹ e Selenium² mais sofisticadas, enquanto o Pandas é predominantemente utilizado para a limpeza e manipulação de dados (Sirisuriya, 2023). Portanto, foi adotado o Python como linguagem de programação para implementar a técnica de *web scraping* do Fortaleza Libras, incluindo a implementação dos dois componentes: *web crawler* e *web scraper*.

¹ BeautifulSoup 4 - PyPI. Disponível em: <https://pypi.org/project/beautifulsoup4/>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

² Selenium. Disponível em: <https://www.selenium.dev/>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

O Selenium, desenvolvido por Jason Huggins em 2004, é uma estrutura de teste focada na avaliação de aplicações web (Ramya *et al.*, 2017), simulando o comportamento e as funcionalidades de um navegador web (Selenium, 2024). Ele é composto por vários componentes, incluindo o Selenium *Integrated Development Environment* (IDE), o Selenium *Web Driver* e o Selenium *Grid* (Selenium, 2024). Cada conjunto de ferramentas tem características próprias e aborda de forma distinta a necessidade de testar ou utilizar de forma programática uma aplicação web. Além disso, o Selenium é compatível com várias linguagens de programação, como Python, Java, C e Ruby, e pode ser usado como se fosse diversos navegadores web, como o Chrome e o Firefox (Ramya *et al.*, 2017). Portanto, o Selenium foi adotado para implementar a técnica de *web scraping*, em particular, para executar funções de navegador web e interagir com o conteúdo de uma página web (Chapagain, 2019), com o objetivo de selecionar os conteúdos importantes para a montagem de uma determinada aula.

Como adicional e apoio a técnica de *web scraping*, a biblioteca Python BeautifulSoup foi utilizada devido à sua facilidade na extração de dados de arquivos HTMLm suporte a expressões regulares, seletores CSS e *eXtensible Markup Language* (XML), além de permitir a navegação e manipulação dos elementos *Document Object Model* (DOM) em uma página HTML, sendo amplamente usada para *web scraping*. Ela lida bem com HTML malformatado, transforma documentos complexos em estruturas de dados acessíveis e integra-se com outras bibliotecas, tornando-se uma escolha popular entre desenvolvedores para extração de dados na web (Hajba, 2018).

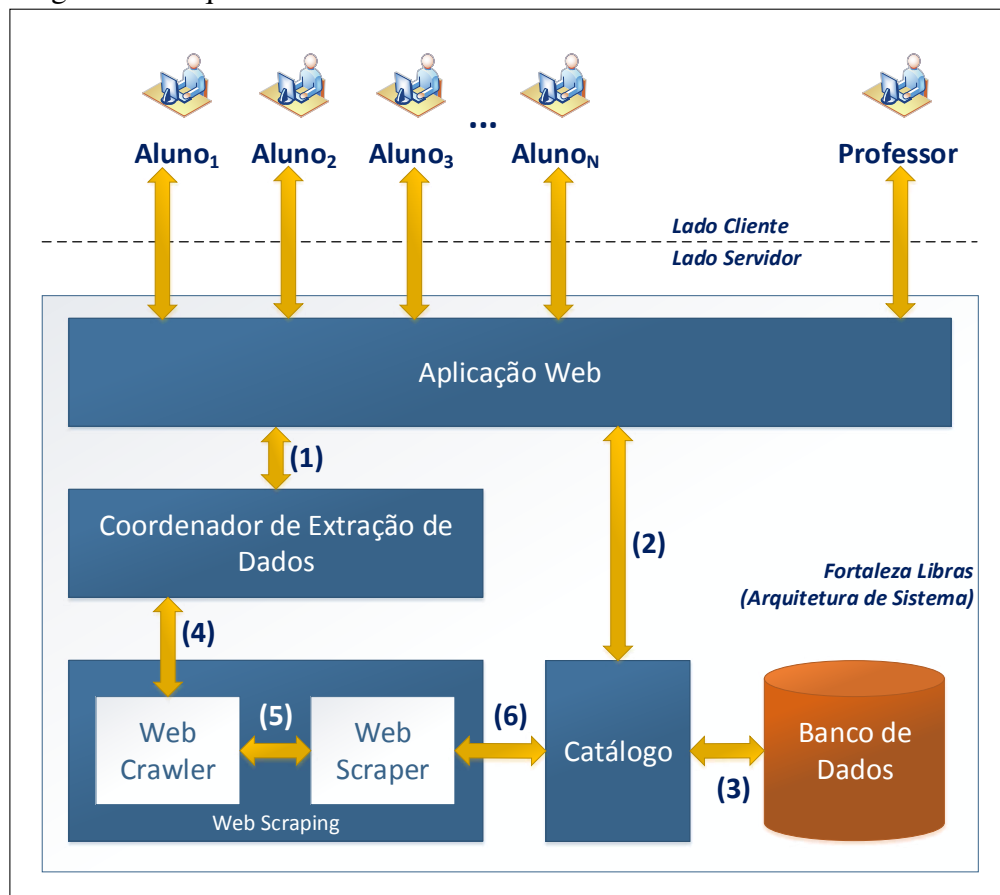
O PostgreSQL³ é um robusto sistema de gestão de banco de dados objeto-relacional de código aberto que tem mais de 35 anos de desenvolvimento contínuo, garantindo-lhe uma reputação consolidada de confiabilidade, funcionalidade avançada e alto desempenho (PostgreSQL, 2024). Existe uma vasta quantidade de informações disponíveis sobre como instalar e operar o PostgreSQL acessíveis através de sua documentação oficial. A comunidade de código aberto também disponibiliza uma variedade de recursos úteis para aprender sobre o PostgreSQL, entender como ele funciona e explorar possibilidades de carreira. Na implementação da plataforma Fortaleza Libras, o PostgreSQL foi adotado para persistir dados e informações sobre os usuários da plataforma, bem como para dar suporte à manipulação dos conteúdos gerados a partir da extração automática de dados na web, permitindo que uma determinada aula possa ser armazenada e recuperada posteriormente.

³ PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. Disponível em: <https://www.postgresql.org/>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

4.4 Arquitetura de Sistema

Uma arquitetura de sistema é a estrutura básica de um sistema, abrangendo seus componentes, suas relações internas e com o ambiente (Bass *et al.*, 2003). Ela é uma representação abstrata ou conceitual que pode incluir diagramas, modelos e descrições textuais. A arquitetura de sistema do Fortaleza Libras é baseada no modelo de arquitetura de software cliente-servidor. A arquitetura cliente-servidor define a estrutura de um sistema distribuído, onde as funções são divididas entre servidores, que fornecem recursos ou serviços, e clientes, que solicitam esses recursos ou serviços (Tanenbaum; Steen, 2007). Em uma típica arquitetura cliente-servidor na web, o cliente é um navegador web e o servidor é um processo de execução contínua aguardando solicitação dos clientes (Nascimento *et al.*, 2021). A Figura 8 apresenta a arquitetura de sistema proposta para a implementação do Fortaleza Libras.

Figura 8 – Arquitetura de Sistema do Fortaleza Libras



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Do ponto de vista da arquitetura cliente-servidor, os usuários do Fortaleza Libras, incluindo alunos e professores, estão no lado do cliente. Por se tratar de uma aplicação web, o

Fortaleza Libras é acessado pelos usuários por meio de navegadores web como Mozilla Firefox, Google Chrome, Safari, Microsoft Edge, entre outros. Já no lado do servidor, encontra-se a aplicação web Fortaleza Libras implantada e disponibilizada em um servidor web, podendo ser acessada por meio de um endereço ou URL pela rede de internet.

No lado do servidor, onde a aplicação web do Fortaleza Libras está localizada, existem vários componentes internos da arquitetura do sistema que desempenham funções e papéis importantes no funcionamento completo da aplicação. Esses componentes internos incluem: a **Aplicação Web**, o **Coordenador de Extração de Dados**, o **Web Scraping**, que se subdivide em **Web Crawler** e **Web Scraper**, o **Catálogo** e o **Banco de Dados**. A Figura 8 mostra setas numeradas que indicam como os componentes internos se relacionam para cumprir seus papéis no produto educacional.

O componente **Aplicação Web** é representado pela aplicação web que os usuários acessam. Este componente oferece aos professores funcionalidades como cadastrar um novo professor, se identificar na aplicação, cadastrar suas aulas, alterar suas aulas existentes e remover suas aulas existentes. Além disso, os professores também podem alterar ou remover seu próprio cadastro e dados de identificação. Para os alunos, este componente oferece funcionalidades como cadastrar um novo aluno, se identificar na aplicação e assistir aulas disponibilizadas pelos professores. Assim como os professores, os alunos também podem alterar ou remover seu próprio cadastro e dados de identificação.

É válido ressaltar que o único componente de interação com todos os usuários é o **Aplicação Web**. Todos os dados dos cadastros, exceto o cadastro de uma nova aula, são direcionados ao componente **Catálogo** (seta 2) para recuperação ou persistência de dados no **Banco de Dados** (seta 3). Apenas o cadastro de uma nova aula precisa passar pelo componente **Coordenador de Extração de Dados** (seta 1), pois requer um processo especial para a extração automática de dados da web.

Já o componente **Coordenador de Extração de Dados** é responsável por receber comandos do componente **Aplicação Web** (seta 1) para iniciar o processo de busca e extração de dados automáticos pela web, com o objetivo de coletar conteúdo para uma determinada aula. Quando o professor inicia o cadastro de uma aula através do componente **Aplicação Web**, o componente **Coordenador de Extração de Dados** reúne todos os dados informados pelo professor, os repassa para o componente **Web Scraping** (seta 4), coordenando suas ações, e aguarda o término do processo de **Web Scraping** para repassar os resultados para o componente

Aplicação Web (seta 1).

O componente que encapsula a técnica de extração automática de dados na web é o *Web Scraping*, que possui dois subcomponentes internos: o *Web Crawler* e o *Web Scraper*. O *Web Crawler* tem como função principal percorrer os *links* que fazem parte da busca pelo conteúdo desejado pelo usuário professor, atuando como um robô que busca na web, reunindo e percorrendo todos os *links* encontrados. Já o *Web Scraper* é o processo que implementa, por meio de bibliotecas como o Selenium, a capacidade de percorrer o conteúdo de uma página web específica localizada pelo *Web Crawler* (seta 5), extraíndo a parte relevante e de interesse do usuário professor. Além de extrair o conteúdo relevante, o *Web Scraper* é responsável por estruturar e persistir esses conteúdos no **Banco de Dados** por meio do **Catálogo** (seta 6).

O **Catálogo** é o componente responsável por receber todas as requisições de informações persistidas no **Banco de Dados** e também por receber requisições para inserir novos dados, alterar e remover dados existentes. Nele, são definidas todas as consultas de leitura e escrita para o **Banco de Dados**. Assim, as aplicações, representadas pelos outros componentes, utilizam essas consultas para manipulação de todos os dados. Em uma eventual substituição do **Banco de Dados** ou dos modelos de dados, basta alterar a forma de implementação do **Catálogo**, sem afetar os demais componentes. Sempre que uma solicitação de acesso a dados chega, seja para qualquer operação, o **Catálogo** identifica a consulta, conecta-se com o **Banco de Dados** e executa-a para realizar a ação desejada pelo usuário (seta 3).

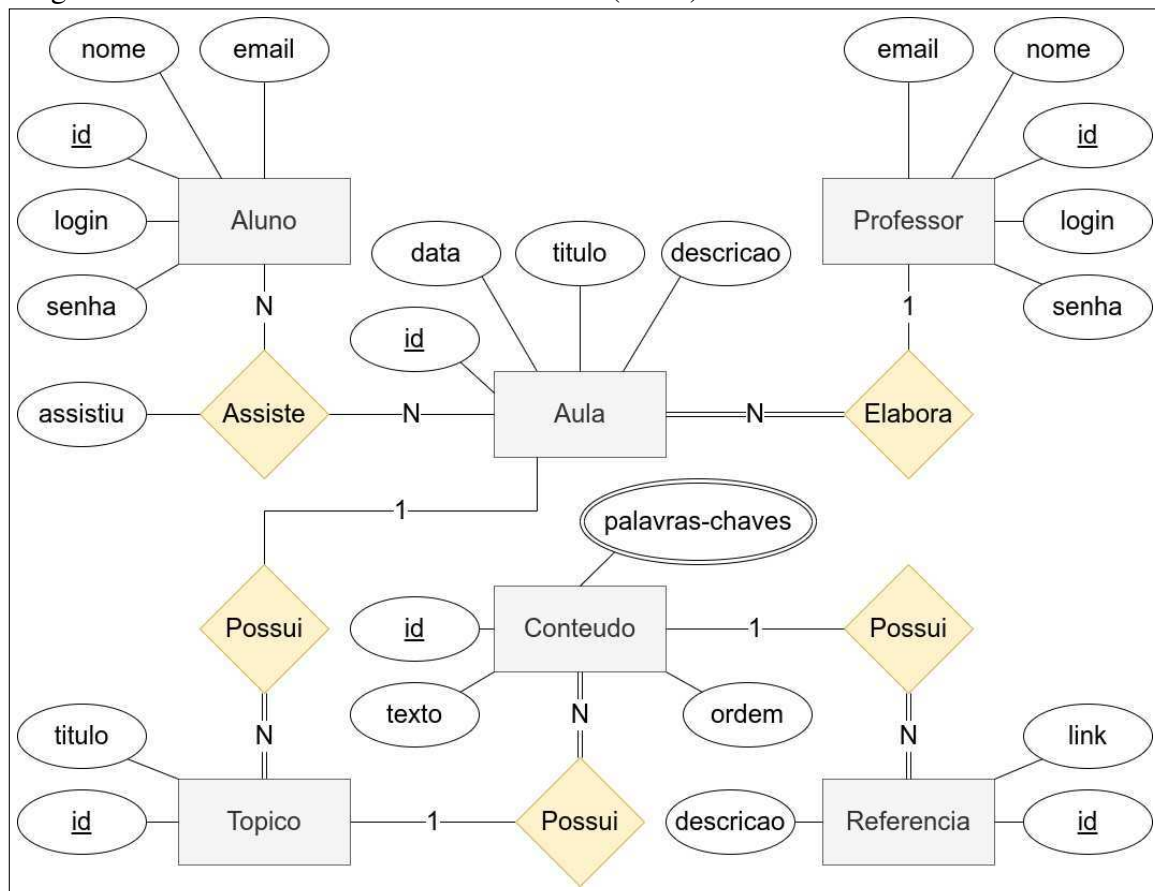
4.5 Aspectos de Implementação

A criação de um modelo conceitual para um banco de dados é uma etapa crucial no processo de projeto de sistemas de informação, fornecendo uma representação visual e estruturada das relações entre as entidades envolvidas (Elmasri; Navathe, 2011). Esse modelo não apenas simplifica a compreensão do esquema do banco de dados, mas também facilita a identificação de dependências e interações entre as entidades, que se tornarão tabelas no futuro.

Conforme afirmado por Date (2004), o uso de diagramas relacionais baseados no Modelo Entidade-Relacionamento (MER) é fundamental para garantir a integridade e eficiência do banco de dados. Por meio dessa representação gráfica, torna-se possível visualizar de maneira clara as entidades, seus atributos e os relacionamentos entre elas. A Figura 9 apresenta o MER do Banco de Dados que foi implementado para o aplicativo.

No total, o MER, apresentado na Figura 9, compreende as entidades **Aluno**, **Pro-**

Figura 9 – Modelo Entidade-Relacionamento (MER) do Banco de Dados



Fonte: Elaborado pelo Autor.

fessor, Aula, Tópico, Conteúdo e Referência. A entidade **Professor** tem como objetivo representar todas as contas dos usuários professores que utilizam a aplicação web destinada a esse público. Por outro lado, a entidade **Aluno** representa todas as contas dos usuários alunos que usam a aplicação web para fins de consumo de aula.

A entidade **Aula** representa os registros de aulas elaboradas pelos professores que utilizam o aplicativo. A entidade **Tópico** representa todos os tópicos de aulas que foram feitos pelos professores, sendo que todo tópico faz parte de uma determinada aula. Já entidade **Conteúdo** representa um determinado conteúdo pertencente a um tópico de aula. Por fim, a entidade **Referência** é responsável por representar todas as referências bibliográficas associadas ao conteúdo de um tópico de uma aula.

Após a concepção do modelo conceitual apresentado na Figura 9, o Banco de Dados Relacional foi criado utilizando as regras de transformação MER para o modelo relacional (Elmasri; Navathe, 2011). A implementação do Banco de Dados do aplicativo foi realizada no Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL, representado pelo componente **Banco de Dados** na arquitetura de sistema, por meio dos *scripts Structured Query Language*

(SQL), os quais foram executados no PostgreSQL para criar todas as tabelas necessárias para a implementação da camada de persistência da aplicação Fortaleza Libras.

Na interface gráfica da **Aplicação Web**, foi utilizado o Bootstrap⁴ para tornar todas as interfaces web responsivas. O Java EE foi a plataforma utilizada para implementação do componente **Aplicação Web**. O Apache Tomcat⁵ foi utilizado para como servidor de aplicação web para implantar o componente **Aplicação Web**. O Apache Tomcat é um *container* de Servlets e pode gerenciar várias aplicações web de missão crítica em grande escala em uma ampla variedade de setores e organizações.

Um *container* de Servlets é um ambiente de execução fornecido por um servidor web que permite que Servlets sejam executados e gerenciados. Eles lidam com solicitações HTTP, fornecendo estruturas para processamento e resposta a essas solicitações, o que é essencial para o desenvolvimento de aplicações web em Java. Sendo um servidor de código aberto, simples e com funcionalidades restritas do Java EE, o Apache Tomcat implementa, entre outras tecnologias de menor relevância, as tecnologias Java Servlet e JSP, o que é suficiente para as necessidades da aplicação Fortaleza Libras.

A linguagem Python foi adotada na escrita dos componentes **Coordenador de Extração de Dados** e **Web Scraping**. O componente **Coordenador de Extração de Dados** é responsável por iniciar, gerenciar e terminar o processo de extração automática de conteúdo na web para geração dos conteúdos de um determinado tópico de aula. Assim, o **Coordenador de Extração de Dados** recebe uma lista de palavras-chaves e, por meio do componente **Web Scraping**, retorna um conjunto de conteúdos com suas respectivas referências para o componente Aplicação Web. O Selenium foi adotado para técnica de implementação do subcomponente **Web Scraper** que faz do processo de *web scraping* do Fortaleza Libras. O Selenium foi utilizado para simular navegadores web no intuito de percorrer os *links* onde os conteúdos serão buscados. Ele também pode ser usado para tarefas de extração de dados, permitindo a navegação e interação programática com páginas web (Chapagain, 2019).

Já o subcomponente **Web Crawler**, que também faz parte do processo de *web scraping* do Fortaleza Libras, foi implementado por meio do Selenium e da biblioteca BeautifulSoup. O BeautifulSoup é uma biblioteca em Python que facilita a extração de dados de arquivos HTML, CSS e XML. Por ser considerada intuitiva e eficiente, ela permite navegar e modificar

⁴ Bootstrap - The most popular HTML, CSS, and JS library in the world. Disponível em: <https://getbootstrap.com/>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

⁵ Apache Tomcat. Disponível em: <https://tomcat.apache.org/>. Acesso em: 19 de junho de 2024.

elementos do DOM, sendo amplamente usada para extração de dados em elementos ou objetos HTML. Além disso, ela lida bem com HTML malformatado, transforma documentos complexos em estruturas de dados acessíveis, e integra-se com outras bibliotecas, tornando-se uma escolha popular e útil entre desenvolvedores para extração de dados na web (Hajba, 2018).

Por fim, o componente **Catálogo** foi desenvolvido na linguagem Java seguindo o padrão *Data Access Object* (DAO). O padrão DAO é uma abordagem de *design* de software que cria uma interface abstrata para operações de acesso a dados. Ele isola a lógica de negócios da lógica de persistência de dados, o que aumenta a modularidade e facilita a manutenção do código (Alur *et al.*, 2003). Em vez dos componentes da arquitetura interagirem diretamente com o **Banco de Dados**, eles utilizam objetos DAO para realizar operações como inserções, atualizações, exclusões e consultas. Assim, qualquer alteração na forma como os dados são armazenados ou acessados não impacta a lógica de negócios ou nos outros componentes da arquitetura, pois está encapsulada nos objetos DAO. Esse padrão é muito utilizado em aplicações que necessitam de uma camada de persistência robusta e flexível, assegurando que as mudanças na infraestrutura de dados sejam tratadas de maneira independente (Alur *et al.*, 2003).

4.6 Aspectos Funcionais

Do ponto de vista da utilização pelos usuários, alunos e professores, o Fortaleza Libras possui funcionalidades distintas para cada tipo de usuário. Os professores têm acesso a funções de elaboração de aulas e também à gestão do conteúdo destas aulas. Já os alunos têm acesso às funcionalidades de busca e podem consumir as aulas que foram elaboradas pelos professores. É válido ressaltar que a apresentação desta seção refere-se somente às funcionalidades que estão implementadas e funcionais, ou seja, reflete o estado atual do produto educacional Fortaleza Libras.

O *plugin* do VLibras foi incorporado e implementado em todas as páginas da aplicação web Fortaleza Libras. Portanto, todas as telas apresentadas a seguir virão acompanhadas por uma imagem semelhante à mostrada na Figura 10, indicando que o *plugin* VLibras está ativo e que todos os seus recursos, como o avatar, estão disponíveis.

Figura 10 – Símbolo da Libras



Fonte: Brasil (2024c).

A aplicação web destinada aos usuários inicia-se apresentando a tela de identificação do usuário, que pode ser visualizada na Figura 11. Vale ressaltar que a aplicação foi desenvolvida empregando o *design* responsivo; portanto, as interfaces da aplicação se adaptam à resolução do dispositivo utilizado pelo usuário. Para fins de explicação das funcionalidades das telas da aplicação web, será utilizada a versão em uma resolução *desktop*. O Apêndice B apresenta todas as telas discutidas nesta seção em uma resolução de 360x800, muito comum em *smartphones*.

Figura 11 – Tela de Login

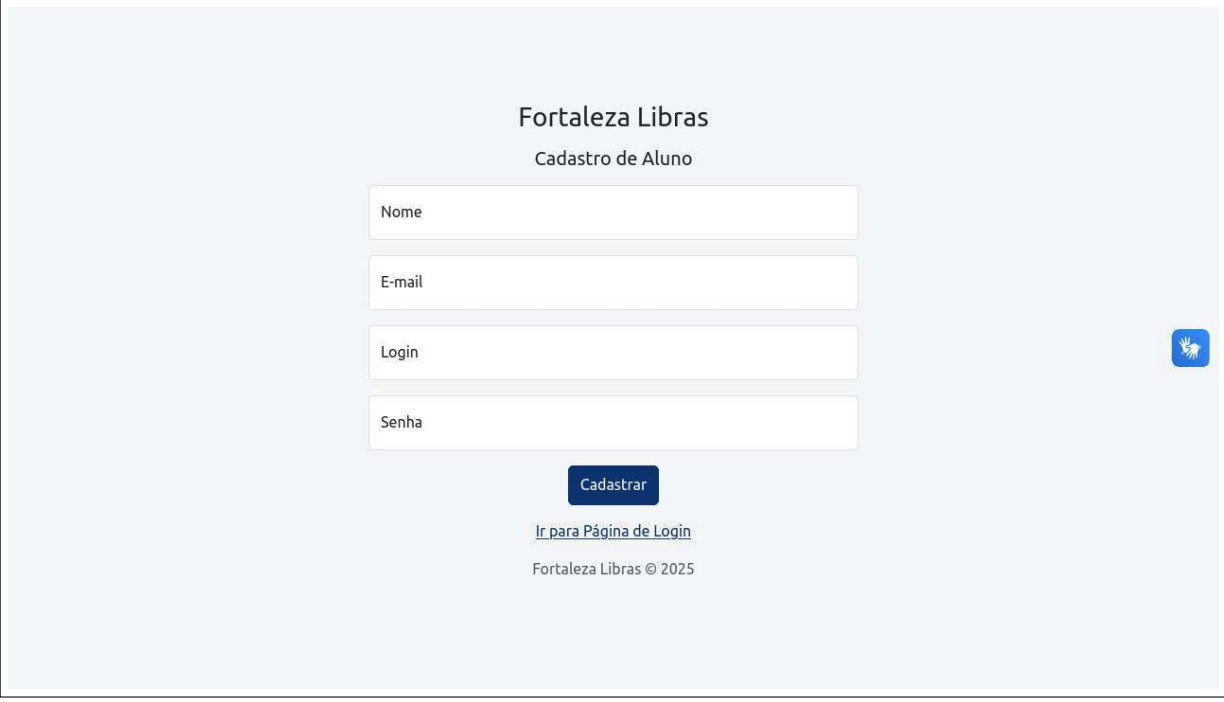
A tela de login da aplicação web 'Fortaleza Libras' apresenta um layout limpo e moderno. No topo, o título 'Fortaleza Libras' é exibido em uma fonte sans-serif. Abaixo dele, a mensagem 'Olá usuário, identifique-se!' serve como uma introdução. O formulário de login é centralizado e contém dois campos de entrada: 'Login' e 'Senha', ambos com bordas arredondadas e um ícone de lupa para busca. Abaixo dos campos, há um botão 'Entrar' em um fundo azul escuro com o texto em branco. Links para 'Esqueceu sua senha?' e 'Criar uma nova conta' são fornecidos em uma fonte menor e cor azul. No canto inferior direito, o copyright 'Fortaleza Libras © 2025' é exibido. Um ícone de mão branca sobre um fundo azul, representando a Libras, está localizado no canto inferior direito da tela.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tela de login, que pode ser visualizada na Figura 11, é possível, primeiramente, que o professor ou o aluno efetue sua identificação na aplicação para ter acesso ao seu cadastro pessoal e às funcionalidades que estão associadas ao seu respectivo perfil.

Se o aluno ainda não tiver um cadastro, ele pode criar um acessando a opção “Criar nova conta”. Em seguida, será exibida a tela mostrada na Figura 12. Nessa tela, o aluno deverá preencher os dados obrigatórios de identificação: nome completo, e-mail de contato, login de usuário e senha.

Figura 12 – Tela de Cadastro de Aluno

A imagem mostra a interface de usuário para o cadastro de um aluno no sistema Fortaleza Libras. O formulário é centralizado e contém campos para Nome, E-mail, Login e Senha. Abaixo dos campos, há um botão azul "Cadastrar". Na base do formulário, há um link "Ir para Página de Login" e o copyright "Fortaleza Libras © 2025". À direita do formulário, há um ícone de uma mão azul.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O login e a senha são as credenciais de identificação que devem ser utilizadas na tela de login (Figura 11) para ter acesso às funcionalidades associadas ao perfil do usuário. Como o login é utilizado para identificação única de professores e alunos na aplicação, dois ou mais usuários não podem ter o mesmo login.

Ao informar o login e a senha corretos na tela de login (Figura 11), o professor ou o aluno terá acesso à página principal. Na tela apresentada na Figura 13, são exibidas todas as funcionalidades disponíveis para um usuário com perfil de professor. A página principal do professor (Figura 13) exibe uma barra superior com o nome da aplicação, um *link* denominado “Início” para retornar à página principal da aplicação e um link denominado “Sair” para que o professor faça o *logout* da aplicação.

Figura 13 – Tela Principal do Professor



Fonte: Elaborado pelo autor.

A tela exibida na Figura 14 é carregada após o clique no *card* “Meu Cadastro Pessoal” na página principal do Fortaleza Libras para o perfil de professor (Figura 13). Na tela, o usuário (no caso, o professor) pode alterar seus dados pessoais e de identificação. Além disso, existe a opção de excluir o cadastro pessoal do usuário na aplicação Fortaleza Libras através do botão “Excluir”.

Figura 14 – Tela de Atualização e Exclusão do Cadastro do Professor

Fortaleza Libras Início Sair

Meu Cadastro Pessoal

Nome
SAULO TIAGO ARAÚJO DE MOURA

E-mail
saulotiago.moura@gmail.com

Login
saulomoura

Senha

Repita a senha

Salvar Excluir

Fortaleza Libras © 2025

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tela mostrada na Figura 15 aparece após o clique no *card* “Cadastro de Minhas Aulas” na página principal do Fortaleza Libras para o perfil de professor (Figura 13). Nesta tela, o professor pode consultar todas as aulas que cadastrou na aplicação e filtrar as aulas pelo título utilizando a caixa de texto “Título”. Ao listar as aulas, o professor tem a opção de alterar uma aula existente (botão “Alterar”) ou excluí-la (botão “Excluir”). Além disso, é possível cadastrar uma nova aula clicando no botão “Nova Aula”.

Figura 15 – Tela de Listagem de Aulas do Professor

Fortaleza Libras Início Sair

Cadastro de Minhas Aulas

Título

Listar

Lista de Aulas

#	Título	Última Atualização	
1	Introdução à Cartografia: História e Conceitos Básicos	16/06/2024 10:53:45	Alterar Excluir
2	Elementos Fundamentais de um Mapa: Título, Legenda, Escala e Orientação	16/06/2024 10:58:19	Alterar Excluir
3	Projeções Cartográficas: Tipos e Aplicações	16/06/2024 10:58:31	Alterar Excluir
4	Leitura e Interpretação de Mapas	16/06/2024 10:58:48	Alterar Excluir

Nova Aula

Fortaleza Libras © 2025

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao clicar no botão “Nova Aula” da tela “Cadastro de Aulas”, a tela exibida na Figura 16 é apresentada. Nessa tela, é possível cadastrar uma nova aula informando o título e uma breve descrição, e, por fim, clicar no botão “Salvar” para efetivar o cadastro.

Em seguida, são listados todos os tópicos associados ao cadastro da aula atual. O botão “Alterar”, exibido em cada tópico de aula, permite a modificação dos dados do tópico, apresentando uma tela como mostrado na Figura 17. Já o botão “Excluir”, também presente em cada tópico de aula, permite a exclusão do tópico e de todos os seus dados associados, como conteúdo e referências bibliográficas. O botão “Inserir Tópico” carrega a tela mostrada na Figura 17 e é utilizado quando o professor deseja adicionar um novo tópico à lista de tópicos da aula atual.

A tela apresentada na Figura 17 é carregada tanto para inserir um novo tópico de aula quanto para alterar um tópico de aula existente. Para cadastrar um novo tópico de aula, é necessário inserir o título do tópico e clicar no botão “Salvar”. Caso deseje atualizar um tópico já existente, é necessário corrigir o título do tópico e clicar no botão “Salvar”. Em seguida, são listados todos os conteúdos associados ao cadastro da tópico atual de aula. O botão “Alterar”, exibido em cada conteúdo do tópico de aula, permite a modificação dos dados do conteúdo, apresentando uma tela como mostrado na Figura 18. Já o botão “Excluir”, também presente em cada conteúdo do tópico de aula, permite a exclusão do conteúdo e de todos os seus dados

Figura 16 – Tela de Cadastro de Aula do Professor

Fortaleza Libras
Início
Sair

Cadastro de Aula

Título
Introdução à Cartografia: História e Conceitos Básicos

Descrição
Esta aula apresenta uma visão geral da cartografia, desde suas origens históricas, com os primeiros mapas da Babilônia e de Ptolomeu, até os avanços das grandes navegações. Aborda a cartografia como ciência e arte de representar a superfície terrestre, explicando elementos essenciais dos mapas.

Salvar

Lista de Tópicos de Aula

#	Título	
1	Definição de Cartografia	Alterar Excluir
2	História da Cartografia	Alterar Excluir
3	Elementos Essenciais de um Mapa	Alterar Excluir
4	Tipos de Mapas	Alterar Excluir
5	Projeções Cartográficas	Alterar Excluir

Inserir Tópico

Voltar

Fortaleza Libras © 2025

Fonte: Elaborado pelo autor.

associados, como as referências bibliográficas.

O botão “Inserir Conteúdo” carrega a tela mostrada na Figura 18 e é utilizado quando o professor deseja adicionar um novo conteúdo à lista de conteúdos do tópico atual de atual. Por fim, o botão “Gerar Conteúdo Automaticamente” inicia um processo de busca automática de conteúdos na web, extraindo conteúdo com base nas palavras-chave fornecidas pelo professor. Cada conteúdo extraído nesse processo é acompanhado pelas referências bibliográficas utilizadas.

Figura 17 – Tela de Cadastro de Tópico de Aula

Fortaleza Libras Início Sair

Cadastro de Tópico de Aula

Aula: Introdução à Cartografia: História e Conceitos Básicos

Título: Definição de Cartografia

Salvar

Lista de Conteúdos do Tópico

#	Ordem	Texto
1	1	A cartografia é a ciência e a arte de criar mapas. Ela envolve o estudo e a prática de representar graficamente informações geográficas, facilitando a compreensão do espaço ao nosso redor. Essa representação pode incluir elementos como estradas, rios, montanhas, cidades, fronteiras políticas e diversos outros aspectos físicos e culturais da Terra.

Alterar Excluir

Inserir Conteúdo Gerar Conteúdo Automaticamente

[Voltar](#)

Fortaleza Libras © 2025

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tela apresentada na Figura 18 é carregada tanto para inserir um novo conteúdo do tópico de aula quanto para alterar um conteúdo existente do tópico de aula. Para cadastrar um novo conteúdo do tópico de aula, é necessário inserir o texto do conteúdo, a ordem de aparição do conteúdo no tópico, as palavras-chaves que descrevem o conteúdo e clicar no botão “Salvar”. Caso deseje atualizar um tópico já existente, é necessário corrigir os dados do conteúdo e clicar no botão “Salvar”. Em seguida, são listados todas as referências bibliográficas associadas ao cadastro do conteúdo atual do tópico de aula.

O botão “Alterar”, exibido em cada referência bibliográfica do conteúdo do tópico de aula, permite a modificação dos dados da referência, apresentando uma tela como mostrado na Figura 19. Já o botão “Excluir”, também presente em cada referência do conteúdo do tópico de aula, permite a exclusão da referência bibliográfica. O botão “Inserir Referência” carrega a tela mostrada na Figura 19 e é utilizado quando o professor deseja adicionar uma nova referência bibliográfica à lista de referências do conteúdo do tópico de aula atual.

A tela apresentada na Figura 19 é carregada tanto para inserir uma nova referência bibliográfica de um conteúdo do tópico de aula quanto para alterar uma referência bibliográfica existente e referente a um conteúdo do tópico de aula. Para cadastrar uma nova referência ao conteúdo do tópico de aula, é necessário inserir a descrição da referência, opcionalmente um *link* e clicar no botão “Salvar”. Caso deseje atualizar uma referência bibliográfica já existente, é

Figura 18 – Tela de Cadastro de Conteúdo de Tópico

Fortaleza Libras
Início
Sair

Cadastro de Conteúdo do Tópico

Tópico
Definição de Cartografia

Texto
A cartografia é a ciência e a arte de criar mapas. Ela envolve o estudo e a prática de representar graficamente informações geográficas, facilitando a compreensão do espaço geográfico. Essa representação pode incluir elementos como estradas, rios, montanhas, cidades, fronteiras políticas e

Ordem
1

Palavras-chaves
cartografia;mapas

Salvar

Lista de Referências do Conteúdo

#	Texto	
1	Site do Brasil Escola	Alterar Excluir

Inserir Referência

Voltar

Fortaleza Libras © 2025

Fonte: Elaborado pelo autor.

necessário corrigir os dados da referência e clicar no botão “Salvar”.

Figura 19 – Tela de Cadastro de Referência de Conteúdo

Fortaleza Libras
Início
Sair

Cadastro de Referência do Conteúdo

Conteúdo
A cartografia é a ciência e a arte de criar mapas. Ela envolve o estudo e a prática de representar graficamente informações geográficas, facilitando a compreensão do espaço geográfico. Essa representação pode incluir elementos como estradas, rios, montanhas, cidades, fronteiras políticas e

Descrição
Site do Brasil Escola

Link
https://brasilecola.uol.com.br/geografia/cartografia.htm

Salvar

Voltar

Fortaleza Libras © 2025

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentados e analisados os resultados obtidos a partir da avaliação do produto educacional Fortaleza Libras. Os dados coletados por meio da métrica de aceitação *Net Promoter Score* (NPS), juntamente com a avaliação de usabilidade utilizando o questionário *System Usability Scale* (SUS), são discutidos à luz dos objetivos da pesquisa. A interpretação dos resultados provenientes do NPS e do SUS permite identificar os pontos fortes e as oportunidades de melhoria do produto, além de oferecer uma compreensão mais aprofundada sobre seu impacto enquanto tecnologia assistiva. Essa análise destaca a contribuição da plataforma Fortaleza Libras ao proporcionar aos estudantes surdos uma alternativa de acesso aos conteúdos de cartografia na disciplina de Geografia, com base na experiência relatada pelos professores que utilizaram a plataforma.

5.1 Net Promoter Score (NPS)

Owen (2019) apresenta o NPS como uma metodologia para medir e agir com base nas percepções dos clientes sobre a marca, sendo amplamente popular entre empresas de diferentes tamanhos e regiões. O NPS é um dos métodos mais utilizados para avaliar se um produto atende às expectativas dos usuários e o teste de satisfação. Esse tipo de avaliação oferece uma visão valiosa sobre a qualidade do software, ajudando o usuário a decidir se aprova ou não a solução apresentada (Sasmito *et al.*, 2019). Nesta pesquisa, será aplicado um teste de usabilidade baseado na métrica NPS para verificar o grau de adequação do produto educacional Fortaleza Libras.

O NPS é uma ferramenta bastante eficaz para medir e acompanhar o nível de satisfação dos usuários (Sasmito *et al.*, 2019). Além de revelar o grau de lealdade dos usuários, também permite acompanhar o vínculo que eles estabelecem com o produto ao longo do tempo. A métrica se baseia em uma única pergunta-chave, geralmente formulada como: “Qual a probabilidade de você recomendar nosso produto a um amigo?” A partir das respostas, o NPS calcula o nível de adesão ao produto, classificando os usuários em três grupos: *Promoters* (promotores), *Passives* (passivos) e *Detractors* (detratores) (Sasmito *et al.*, 2019).

Estudos como os de Reichheld (2003 apud Mandal, 2014) e Sasmito *et al.* (2019) adotam uma escala de 11 pontos, que vai de 0 a 10, para capturar a opinião dos usuários. Essa escala é útil quando se busca captar nuances entre as diferentes percepções. Embora a pontuação seja registrada de 0 a 10, as respostas são agrupadas nas seguintes categorias:

- *Promoters*: usuários que atribuíram nota 9 ou 10;
- *Passives*: usuários que deram nota 7 ou 8; e
- *Detractors*: usuários que pontuaram entre 0 e 6.

No cálculo do NPS, apenas os promotores e detratores são considerados, conforme demonstrado na Equação 5.1:

$$\text{NPS} = \% \text{Promoter} - \% \text{Detractor} \quad (5.1)$$

Quanto maior o número de promotores e menor o de detratores, mais alto será o índice de lealdade associado ao produto. O NPS se destaca por ser uma métrica de fácil aplicação e interpretação, permitindo que os desenvolvedores tenham acesso rápido a dados relevantes sobre a percepção dos usuários. Com isso, é possível agir com mais rapidez frente a críticas, promovendo melhorias que tornam a experiência do usuário ainda mais positiva (Sasmito *et al.*, 2019).

5.2 System Usability Scale (SUS)

Uma avaliação de usabilidade foi conduzida por meio do método SUS, com o propósito de analisar a interface do Fortaleza Libras e verificar o nível de aceitação por parte dos seus potenciais usuários — no caso, professores.

Para isso, aplicou-se o método SUS (Brooke, 1996), um questionário composto por 10 itens que pode ser facilmente utilizado por desenvolvedores para coletar impressões de usuários sobre um sistema. A aplicação é simples, rápida e de baixo custo. As respostas são dadas em uma escala Likert de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). No cálculo da pontuação, para as questões ímpares — que possuem uma conotação positiva — subtrai-se 1 do valor da resposta. Já nas questões pares — de conotação negativa — subtrai-se o valor da resposta de 5. Em seguida, todos os valores ajustados são somados e multiplicados por 2,5, resultando em uma pontuação que varia de 0 a 100.

A média obtida entre os participantes representa a nota final de usabilidade do sistema. Para facilitar a interpretação desse número, é possível associá-lo a uma escala de classificação proposta por Bangor *et al.* (2009). Nessa escala, valores acima de 70 são considerados bons, ainda que possam indicar a necessidade de alguns ajustes. Pontuações entre 80 e 90 são vistas

como excelentes, com eventuais melhorias a serem exploradas, enquanto valores acima de 90 indicam uma usabilidade excepcional.

Vale destacar que o questionário SUS, originalmente redigido em inglês, foi traduzido para o português antes de ser aplicado aos participantes brasileiros, conforme orientação de Martins *et al.* (2015). A correspondência entre as versões em inglês e português encontra-se apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Tradução do Questionário SUS

Perguntas Originais	Traduzidas para o Português
I think that I would like to use this system frequently.	Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência.
I found the system unnecessarily complex.	Considerei o produto mais complexo do que necessário.
I thought the system was easy to use.	Achei o produto fácil de utilizar.
I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system.	Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto.
I found the various functions in this system were well integrated.	Considerei que as várias funcionalidades deste produto estavam bem integradas.
I thought there was too much inconsistency in this system.	Achei que este produto tinha muitas inconsistências.
I would imagine that most people would learn to use this system very quickly.	Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto.
I found the system very cumbersome to use.	Considerei o produto muito complicado de utilizar.
I felt very confident using the system.	Senti-me muito confiante a utilizar este produto.
I needed to learn a lot of things before I could get going with this system.	Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este produto.

Fonte: Martins *et al.* (2015).

O questionário de avaliação de usabilidade aplicado na análise do Fortaleza Libras, apresentado no Apêndice D, foi baseado na versão em português do SUS, conforme descrita no Quadro 1.

5.3 Perfil dos Usuários Participantes

Em virtude, das barreiras encontradas pelo pesquisador durante as diversas fases que antecederam a pesquisa, assim como, possíveis entraves como a obrigatoriedades da submissão da pesquisa ao Conselho de ética, o que certamente exigiria o incremento nos prazos para a conclusão da pesquisa, a não aplicação da pesquisa com alunos surdos, apresentou-se como uma limitação parcial. Assim, o uso com professores apresentou-se como uma alternativa viável e útil para a utilização.

No total, cinco professores que lecionam no Ensino Fundamental I concordaram em participar da avaliação da plataforma Fortaleza Libras. A partir das informações coletadas por meio do Questionário I, apresentado no Apêndice D, foi possível traçar o perfil dos participantes.

1. Com relação ao tempo de atuação no magistério superior:
 - Um professor atua entre 4 e 9 anos;
 - Dois professores atuam entre 10 e 19 anos;
 - Dois professores possuem 20 anos ou mais de experiência.
2. Todos os participantes possuem, no mínimo, uma pós-graduação em nível de especialização.
3. No que diz respeito à presença de estudantes surdos em suas turmas no ano letivo atual:
 - Um professor relatou não ter alunos surdos;
 - Os demais quatro professores informaram atender turmas com quatro ou mais alunos surdos.
4. Quanto ao ensino de conteúdos de Geografia e/ou Cartografia:
 - Um professor afirmou que não leciona tais conteúdos;
 - Três professores relataram ministrá-los parcialmente (em alguns períodos ou anos específicos);
 - Um professor informou que leciona esses conteúdos regularmente.
5. Sobre a experiência, enquanto estudantes de graduação, com o uso de tecnologias digitais no aprendizado de Cartografia:
 - Um professor relatou que nunca utilizava tecnologias digitais;
 - Um afirmou que o uso era raro;
 - Dois mencionaram que o uso era frequente (quase sempre);
 - E um professor informou que o uso era constante (sempre utilizavam tecnologias digitais).

5.4 Metodologia de Avaliação

A avaliação foi realizada presencialmente na Escola Bilíngue Francisco Suderland Bastos Mota, situada na cidade de Fortaleza, estado do Ceará. A escola atende aos requisitos metodológicos da pesquisa, tanto no que diz respeito ao *locus* quanto ao perfil dos professores. Vale destacar que o pesquisador obteve autorização da diretora da referida unidade escolar por meio de uma Carta de Anuência, conforme apresentado no Anexo B. Além disso, o pesquisador também contava com o Termo de Autorização para Pesquisa Acadêmica emitido pela Secretaria Municipal de Educação, conforme Anexo A.

O pesquisador deslocou-se até a escola e apresentou a pesquisa aos professores.

Todos os docentes que participaram da avaliação realizaram a leitura do TCLE, disponível no Apêndice A, e concordaram com seu conteúdo. Em seguida, o pesquisador apresentou individualmente a cada professor os roteiros de testes, conforme descrito no Apêndice C. Os professores executaram as atividades propostas nos roteiros e, ao final, responderam aos questionários constantes no Apêndice D. Vale destacar que este trabalho adotou como referência de avaliação o estudo de Barboza *et al.* (2023), que utilizou o Questionário SUS e a métrica NPS para mensurar a satisfação dos usuários quanto ao uso de um aplicativo.

5.5 Resultados

Para analisar a usabilidade da plataforma Fortaleza Libras, foi aplicado o questionário do SUS. A Tabela 1 apresenta as respostas fornecidas pelos cinco professores participantes. Em seguida, as respostas foram ajustadas conforme a metodologia proposta por Brooke (1996): para itens de conotação positiva, subtrai-se 1 da nota atribuída; para os itens negativos, subtrai-se a nota de 5. A soma dos valores ajustados de cada participante é multiplicada por 2,5, resultando na pontuação final de usabilidade na escala de 0 a 100, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 1 – Respostas dos Participantes ao Questionário SUS

Questão	Tipo	P1	P2	P3	P4	P5
Q1	Positiva	5	3	4	4	5
Q2	Negativa	1	3	1	1	1
Q3	Positiva	5	4	4	2	5
Q4	Negativa	2	3	1	2	1
Q5	Positiva	4	3	2	2	5
Q6	Negativa	2	3	2	2	1
Q7	Positiva	5	3	4	4	5
Q8	Negativa	5	4	4	4	4
Q9	Positiva	5	4	4	4	5
Q10	Negativa	1	3	1	2	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Cálculo do SUS para cada Participante

Participante	Soma dos Ajustes	Pontuação SUS
P1	32	80,0
P2	29	72,5
P3	26	65,0
P4	23	57,5
P5	34	85,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 3 relaciona as pontuações obtidas com os níveis de usabilidade propostos por Bangor *et al.* (2009), classificando a experiência dos usuários com a plataforma. Por fim,

a Equação 5.2 apresenta o cálculo da média geral de usabilidade do sistema, com base nas pontuações individuais dos cinco participantes.

Tabela 3 – Classificação da Usabilidade

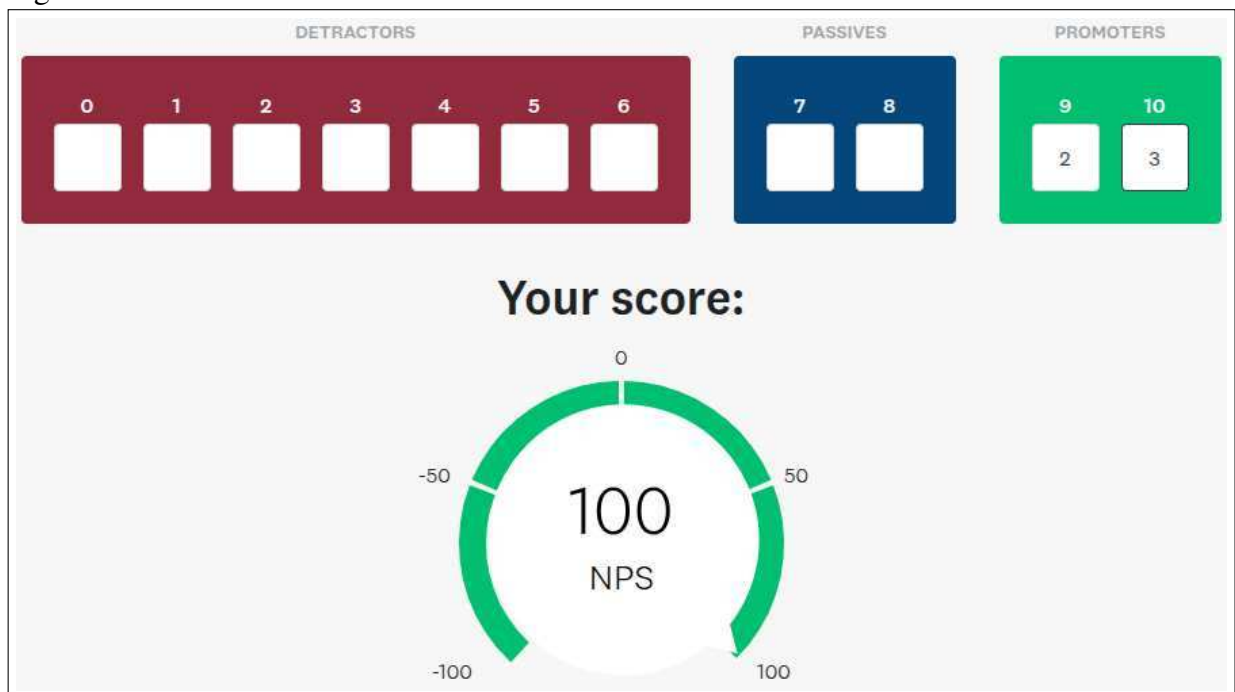
Participante	Pontuação SUS	Classificação
P1	80,0	Excelente
P2	72,5	Bom
P3	65,0	Aceitável (Marginal)
P4	57,5	Aceitável (Marginal)
P5	85,0	Excelente

Fonte: Bangor *et al.* (2009).

$$\text{Média SUS} = \frac{80,0 + 72,5 + 65,0 + 57,5 + 85,0}{5} = \frac{360,0}{5} = 72,0 \quad (5.2)$$

Com relação à pergunta “Qual a probabilidade de você recomendar nosso produto a um amigo?”, apresentada no Apêndice D e utilizada como base para a métrica NPS, dois dos cinco professores atribuíram nota 9 e três atribuíram nota 10 à experiência com o produto educacional Fortaleza Libras, conforme ilustrado na Figura 20.

Figura 20 – Resultado do NPS



Fonte: Elaborado pelo autor.

O *score* apresentado na Figura 20 foi calculado utilizando a Equação 5.1, resultando em $\text{NPS} = 100\% - 0\%$, ou seja, $\text{NPS} = 100\%$.

5.6 Discussões

No Questionário I, apresentado no Apêndice D, foram incluídas algumas questões com o objetivo de compreender melhor o perfil dos participantes, bem como aspectos educacionais relacionados à pesquisa desenvolvida nesta dissertação.

As respostas à questão 6, “Por que você escolheu trabalhar nesta escola que atende crianças surdas?”, revelam motivações distintas, mas comumente marcadas por interesse pessoal, afetivo e profissional. Dois professores destacaram o gosto pelo serviço público e o carinho pelas crianças surdas como fatores decisivos, indicando uma motivação intrínseca relacionada ao ambiente escolar inclusivo. Outros dois participantes relataram que a escolha pela escola foi motivada pelo interesse em aprender Libras e atuar mais efetivamente no processo de inclusão, evidenciando uma postura proativa de engajamento com a comunidade surda e com práticas pedagógicas bilíngues. Um dos docentes mencionou ainda o desafio como fator motivacional, o que pode indicar disposição para enfrentar contextos educacionais que demandam adaptações metodológicas e sensibilidade cultural.

Ainda referente as respostas à questão 6, “Por que você escolheu trabalhar nesta escola que atende crianças surdas?”, essas respostas mostram que os professores não foram alocados de forma aleatória em uma escola com atendimento bilíngue, mas sim que suas decisões estão fortemente relacionadas a valores pessoais e aspirações profissionais. Isso contribui para a compreensão da alta aceitação do Fortaleza Libras, já que os docentes que participaram da avaliação demonstram ter perfil alinhado com práticas inclusivas e bilíngues.

Em relação à questão 7, “Descreva como foi realizada a sua formação em Libras”, as respostas apontam para níveis variados de formação, desde a ausência de qualquer capacitação formal até pós-graduação e formação específica na área, como o curso de Letras-Libras. Um participante afirmou não possuir formação em Libras, o que revela uma lacuna preocupante, dado o contexto educacional em que atua. Três professores mencionaram ter realizado cursos em níveis básico e intermediário, e um docente destacou uma formação mais robusta, com pós-graduação e curso superior específico.

Esse cenário evidencia que, embora exista interesse em atuar com estudantes surdos, nem todos os professores têm uma formação consistente em Libras, o que pode afetar a qualidade da mediação pedagógica. Isso reforça a relevância de recursos como o Fortaleza Libras, que se apresenta como um instrumento de apoio acessível e didático, capaz de auxiliar docentes com diferentes níveis de fluência em Libras no processo de ensino de conteúdos complexos como a

Cartografia.

A heterogeneidade das formações também aponta para a necessidade de políticas institucionais de capacitação continuada, sobretudo em contextos de educação bilíngue. A adoção de plataformas educacionais adaptadas pode funcionar não apenas como suporte aos alunos, mas também como ferramenta formativa para os docentes, contribuindo para sua autonomia e para o fortalecimento de práticas pedagógicas mais inclusivas.

A questão 8 teve como objetivo verificar o interesse dos professores em utilizar a plataforma Fortaleza Libras em suas aulas de Geografia e Cartografia com alunos surdos. Todos os cinco participantes responderam afirmativamente, indicando um alto potencial de aceitação e aplicabilidade prática do produto educacional no ambiente escolar. Este resultado reforça a relevância da plataforma como um recurso inovador e acessível, especialmente em contextos de inclusão, e demonstra que os professores identificam valor pedagógico em sua proposta.

Já a questão 9 buscou avaliar a percepção dos professores quanto à adequação do conteúdo gerado automaticamente pela funcionalidade de *web scraping* da plataforma, que busca referências confiáveis na internet para auxiliar o professor na elaboração de aulas. Três professores consideraram o conteúdo adequado à faixa etária e série dos alunos, enquanto dois não o consideraram satisfatório nesse aspecto. Esses dados evidenciam que, apesar de a funcionalidade ser bem recebida em termos de proposta e inovação, há desafios a serem enfrentados no que diz respeito à curadoria e à filtragem dos conteúdos extraídos automaticamente.

Essa disparidade nas respostas da questão 9 aponta para a necessidade de aprimoramento no algoritmo de seleção de conteúdos, com o objetivo de garantir que os materiais obtidos sejam sempre compatíveis com a linguagem, a complexidade e os objetivos pedagógicos das séries atendidas. Além disso, seria pertinente permitir que o professor personalize filtros temáticos e faixas etárias desejadas, aumentando assim a eficácia do recurso e sua adequação aos diferentes contextos escolares.

Portanto, os resultados dessas duas questões indicam que a plataforma Fortaleza Libras já apresenta aceitação significativa por parte dos docentes, mas que alguns ajustes técnicos podem potencializar ainda mais sua eficácia didático-pedagógica, principalmente no que se refere ao apoio à elaboração de aulas com base em conteúdos externos.

A média do SUS foi de 72,0, o que, segundo a classificação de Bangor *et al.* (2009), indica uma boa usabilidade da plataforma Fortaleza Libras. Dois participantes atribuíram pontuações superiores a 80, o que reflete uma experiência de uso excelente. No entanto, dois

participantes registraram pontuações abaixo de 70, o que sinaliza áreas em que a usabilidade pode ser aprimorada.

Esses resultados indicam que, embora a plataforma atenda bem às necessidades da maioria dos usuários, há oportunidades de melhoria na interface e na experiência do usuário, especialmente para garantir maior consistência e acessibilidade no uso por professores com diferentes níveis de familiaridade com tecnologias digitais.

A métrica NPS foi aplicada com o objetivo de avaliar o nível de satisfação e lealdade dos professores em relação à plataforma Fortaleza Libras. Essa métrica se baseia na seguinte pergunta: “Qual a probabilidade de você recomendar nosso produto a um amigo?”, com respostas variando de 0 a 10.

Os cinco professores participantes atribuíram notas elevadas, sendo dois com nota 9 e três com nota 10. De acordo com a metodologia do NPS, respondentes que atribuem nota 9 ou 10 são classificados como promotores, ou seja, pessoas que recomendariam o produto e demonstram alto grau de satisfação. Não houve respostas com notas entre 0 e 8, o que indica a ausência de detratores (insatisfeitos) e neutros.

Com isso, o NPS obtido pelo Fortaleza Libras foi de 100%, o valor máximo possível. Esse resultado expressa unanimidade entre os participantes quanto à recomendação do produto, sugerindo uma excelente aceitação da plataforma pelos professores avaliadores. Tal desempenho reforça o potencial do Fortaleza Libras como uma ferramenta tecnológica eficaz para apoiar o ensino de conteúdos de cartografia na disciplina de Geografia, especialmente no atendimento às necessidades de estudantes surdos.

6 CONCLUSÃO

Esta dissertação teve como objetivo principal oferecer aos estudantes surdos uma alternativa de acesso aos conteúdos de cartografia por meio de TA, integradas em uma plataforma digital chamada Fortaleza Libras. Partindo da problemática sobre como as TA alinhadas à extração automática de conteúdos na web podem auxiliar professores no ensino de cartografia a alunos surdos, buscou-se responder essa questão por meio do desenvolvimento, implementação e avaliação de uma solução educacional inclusiva e acessível.

A plataforma Fortaleza Libras foi concebida e desenvolvida com base em quatro objetivos específicos: a) delimitação dos tópicos de cartografia voltados para alunos surdos; b) exploração de Tecnologias Assistivas que favorecessem o processo de ensino-aprendizagem desse público; c) desenvolvimento de uma plataforma web com integração automática de conteúdos cartográficos por meio de *web scraping*; e d) avaliação da aceitação e usabilidade da plataforma junto a professores que atuam com alunos surdos.

A hipótese de que uma plataforma web responsiva, aliada ao uso do VLibras, pode favorecer a inclusão de alunos surdos foi corroborada pelos resultados obtidos. Os professores participantes da avaliação relataram interesse em utilizar a plataforma em suas aulas, e todos indicaram que ela seria útil no processo de ensino de Geografia/Cartografia para estudantes surdos. A média de usabilidade calculada por meio do SUS foi de 72 pontos, classificada como “boa”, o que demonstra a efetividade da interface desenvolvida em termos de experiência do usuário. Adicionalmente, o índice de recomendação NPS obtido foi de 100%, refletindo um alto nível de satisfação por parte dos avaliadores.

Em relação à segunda hipótese, os resultados demonstraram que o recurso de geração automática de conteúdo por meio de *web scraping* é promissor, mas ainda apresenta limitações que devem ser consideradas. Embora a maioria dos participantes tenha considerado o conteúdo gerado adequado à faixa etária dos alunos, parte dos avaliadores sugeriu melhorias quanto à curadoria e adaptação pedagógica do material obtido automaticamente.

As respostas qualitativas também revelaram dados relevantes sobre o perfil dos professores e suas motivações para atuar com crianças surdas, além de seu nível de formação em Libras. Tais dados reforçam a importância de desenvolver ferramentas que apoiem a prática docente em contextos inclusivos e que respeitem a diversidade linguística e cultural dos alunos surdos.

É imperativo destacar que, a razão pela qual, a presente pesquisa não foi realizada

com os alunos surdos da escola, remete ao fato do pesquisador desconhecer o nível de alfabetização em Libras, assim como, o desenvolvimento na leitura de textos em língua portuguesa escrita dos alunos surdos da referida escola de ensino dos anos iniciais, fato que demandaria o elastecimento dos prazos, o que impediria a realização da pesquisa no tempo proposto, mudando o foco da pesquisa, que inicialmente visava a aprendizagem, para o ensino, através da aplicação dos questionários com os docentes de todos os alunos da escola selecionada. Outro ponto que merece esclarecimento, refere-se ao número de professores pesquisados. Durante as entrevistas e a reunião na qual, o pesquisador apresentou a pesquisa para a comunidade escolar. Nem todos os professores demonstraram interesse em participar. Somente cinco professores de geografia concordaram em participar, deixando de lado, outros professores dos demais componentes curriculares, que não quiseram participar ou acharam o conteúdo da pesquisa não correlato consigo.

Dessa forma, conclui-se que a plataforma Fortaleza Libras atende aos objetivos propostos e oferece uma contribuição significativa para o ensino de cartografia a alunos surdos. A união entre usabilidade, acessibilidade e inovação tecnológica mostrou-se eficaz para promover uma aprendizagem mais inclusiva e personalizada. Como trabalhos futuros, destaca-se a necessidade de:

- aprimorar os algoritmos de extração de conteúdo para garantir uma curadoria mais eficiente e alinhada aos objetivos pedagógicos;
- expandir a plataforma para outros componentes curriculares além da cartografia;
- incluir alunos surdos na avaliação da plataforma, a fim de obter perspectivas mais abrangentes sobre sua efetividade e impacto; e
- integrar recursos de personalização e gamificação para aumentar o engajamento dos estudantes.

Com os avanços sugeridos, acredita-se que a plataforma Fortaleza Libras poderá se consolidar como uma ferramenta de referência no apoio ao ensino inclusivo em diferentes áreas do conhecimento. Assim como, com seu caráter inovador, a plataforma Fortaleza Libras representa uma contribuição concreta à promoção da equidade no ensino de geografia, especialmente em contextos bilíngues e inclusivos.

REFERÊNCIAS

- ALKABERI, W. S.; ALJUHANI, R. H.; ALAMOUDI, H. M. Web scraper application for extracting scientific journals data. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FUTURE NETWORKS & DISTRIBUTED SYSTEMS*, 5., 2021, Dubai. **Anais [...]**. Dubai: Association for Computing Machinery, 2021. p. 220–224. ISBN 9781450387347. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3508072.3508106>. Acesso em: 24 nov. 2024.
- ALUR, D.; CRUPI, J.; MALKS, D. **Core J2EE Patterns: Best Practices and Design Strategies**. 2nd. ed. [s.l.]: Prentice Hall Professional, 2003. 650 p. ISBN 9780131422469.
- ARA, J.; SIK-LANYI, C.; KELEMEN, A. Accessibility engineering in web evaluation process: a systematic literature review. **Universal Access in the Information Society**, Heidelberg, v. 23, n. 2, p. 653–686, jun. 2024. ISSN 1615-5297. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10209-023-00967-2>. Acesso em: 18 jan. 2024.
- ARAÚJO, A. C. S.; OLIVEIRA, F. K. de. Análise comparativa das ferramentas de tradução português Libras: Comparative analysis of portuguese/bsl translation technological tools. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v. 10, n. 3, p. 224–246, dez. 2022. ISSN 2237-1966. Disponível em: <https://semiaridodevisu.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/397>. Acesso em: 19 set. 2024.
- ARAÚJO, R.; ROCHA, S.; MELO, A.; ORAN, A.; VIANA, D.; RIVERO, L. Análise de tecnologias de informação e comunicação para apoio à tradução de textos para a língua brasileira de sinais no ambiente educacional. *In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA*, 27., 2021, Online. **Anais [...]**. Online: SBC, 2021. p. 224–235. ISSN 2316-6541. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/17850>. Acesso em: 23 nov. 2024.
- ARAÚJO, R. S. C. **Identificando Oportunidades de Melhoria em Interfaces de Sistemas Tradutores para Libras - Uma Aplicação Prática do Design Thinking**. 2021. 77 p. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) — Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.
- ARYAL, S. **Bootstrap: a front-end framework for responsive web design**. 2019. 37 p. Monografia (Bachelor's thesis - Degree Programme in Information Technology) — Turku University of Applied Sciences, Turku, 2019.
- BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining what individual sus scores mean: Adding an adjective rating scale. **Journal of Usability Studies**, Bloomington, v. 4, n. 3, p. 114–123, may 2009.
- BAÑOS, S. M.; RUBIO, B. C. L.; GARCÍA, M. P.; LEÓN, M. A. C.; BRINGAS, J. A. S. Design of a conference management system complying with web content accessibility guidelines. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INCLUSIVE TECHNOLOGY AND EDUCATION (CONTIE)*, 4., 2021, La Paz. **Anais [...]**. La Paz: IEEE, 2021. p. 190–194. ISBN 978-1-6654-0821-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/CONTIE54684.2021.00038>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- BARBOZA, H. N.; LIMA, M. C. d.; FERREIRA, R. J. d. S.; ROSA, M. R. D. d.; ARAÚJO, A. L. d. L. e. S.; ACIOLY, A. d. S. G. Teste de usabilidade do aplicativo avazum. **CoDAS**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. e20220103, 2023. ISSN 2317-1782. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20232022103pt>. Acesso em: 20 nov. 2024.

BASS, L.; CLEMENTS, P.; KAZMAN, R. **Software architecture in practice**. 2a. ed. [s.l.]: Addison-Wesley, 2003. ISBN 978-0321154958.

BASTOS, R. R.; LINS, L.; SILVA, R. d. A. Aperfeiçoando o aprendizado de Libras utilizando elementos de Internet das Coisas. *In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*, 5., 2016, Uberlândia. **Anais [...]**. Uberlândia: SBC, 2016. p. 1364–1373. Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wcbie/article/view/7062>. Acesso em: 21 ago. 2024.

BERSCH, R. d. C. R. **Design de um serviço de tecnologia assistiva em escolas públicas**. 2009. 229 p. Dissertação (Mestrado em Design) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

BHANARKAR, N.; PAUL, A.; MEHTA, A. Responsive web design and its impact on user experience. **International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT)**, Akola, v. 3, n. 4, p. 50–55, 2023. ISSN 2581-9429. Disponível em: <https://ijarsct.co.in/Paper9259.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **CAPES - Documento Orientador de APCN - Área 46 - Ensino**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/ensino1.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos. Governo Digital. **Software Público**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/plataformas-e-servicos-digitais/software-publico>. Acesso em: 20 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos. Governo Digital. **VLibras**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/acessibilidade-e-usuario/vlibras>. Acesso em: 20 abr. 2024.

BRASIL. Ministério dos Direitos Humanos e da Cidadania. **Imagem LIBRAS**. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mdh/pt-br/ondh/centrais-de-conteudo/imagens/libras_320x205.png/view. Acesso em: 11 jun. 2024.

BRASIL. **Lei n.º 10.436, de 24 de abril de 2002**. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm. Acesso em: 25 out. 2024.

BRASIL. **Lei n.º 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Casa Civil, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 22 set. 2024.

BRASIL. Decreto n.º 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 2005. Seção 1, p. 28.

BRITO, F. B. d. **Movimento social surdo e luta pelo reconhecimento da Língua Brasileira de Sinais**. Curitiba: Editora CRV, 2021. 296 p. ISBN 9786558686002.

BROOKE, J. SUS - A quick and dirty usability scale. **Usability Evaluation in Industry**, London, v. 189, n. 194, p. 4–7, 1996.

CAMPOVERDE-MOLINA, M.; LUJÁN-MORA, S.; VALVERDE, L. Process model for continuous testing of web accessibility. **IEEE Access**, Piscataway, v. 9, p. 139576–139593, 2021. ISSN 2169-3536. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3116100>. Acesso em: 14 jan. 2024.

CHAPAGAIN, A. **Hands-On Web Scraping with Python**: Perform advanced scraping operations using various Python libraries and tools such as Selenium, Regex, and others. Birmingham: Packt Publishing, 2019. 350 p. ISBN 9781789536195.

COULOURIS, G.; DOLLIMORE, J.; KINDBERG, T.; BLAIR, G. **Sistemas Distribuídos: Conceitos e Projeto**. 5a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. ISBN 978-85-8260-054-2.

DATE, C. J. **Introdução a Sistemas de Bancos de Dados**. 8a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. ISBN 9788535212730.

DEVNICIUS. **Libras Lens - Apps do Google Play**. 2024. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.libraslens&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em: 24 abr. 2024.

DUARTE, F. **Amount of Data Created Daily (2024)**. 2023. Disponível em: <https://explodingtopics.com/blog/data-generated-per-day>. Acesso em: 16 abr. 2024.

DYZEL, V.; OOSTEROM-CALO, R.; WORM, M.; STERKENBURG, P. S. Assistive technology to promote communication and social interaction for people with deafblindness: A systematic review. **Frontiers in Education**, Lausanne, v. 5, set. 2020. ISSN 2504-284X. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2020.578389>. Acesso em: 11 mar. 2024.

EDGE DELTA. **6 estatísticas vitais de armazenamento de dados que você precisa saber**. 2024. Disponível em: <https://edgedelta.com/company/blog/data-storage-statistics>. Acesso em: 30 mai. 2024.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Sistemas de Banco de Dados**. 6a. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2011. ISBN 9788579360855.

FERNANDES, S. **Educação de surdos**. 1a. ed. [s.l.]: InterSaberes, 2012. 144 p. ISBN 978-8582120132.

FERREIRA, L. **Por uma gramática de Língua de Sinais**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2010. 273 p.

GESSER, A. **Libras? que língua é essa?:** Crenças e preconceitos em torno da língua de sinais e da realidade surda. São Paulo: Parábola Editorial, 2009. 88 p. ISBN 9788579340017.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4a. ed. São Paulo: Atlas, 2002. ISBN 85-224-3169-8.

GOUVEIA, R. C. S. de; SCHWEIKART, J. F. O uso de aplicativos como recurso na interação e mediação em Libras. **Revista de Letras Norte@mentos**, Sinop, v. 16, n. 46, p. 158–176, out. 2023. ISSN 1983-8018. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/norteamentos/article/view/11304>. Acesso em: 11 fev. 2024.

HAJBA, G. L. **Website Scraping with Python**: Using BeautifulSoup and Scrapy. Sopron: Apress, 2018. 223 p. ISBN 9781484239254.

HAND TALK. **Compramos a ProDeaf, nossa concorrente na tradução para Libras!** 2024. Disponível em: <https://www.handtalk.me/br/blog/handtalk-prodeaf/>. Acesso em: 22 abr. 2024.

HAND TALK. **Hand Talk App - Aplicativo de Libras - Língua Brasileira de Sinais.** 2024. Disponível em: <https://www.handtalk.me/br/aplicativo/>. Acesso em: 29 abr. 2024.

HARPER, S.; CHEN, A. Q. Web accessibility guidelines. **World Wide Web**, Heidelberg, v. 15, p. 61–88, abr. 2012. ISSN 1573-1413. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11280-011-0130-8>. Acesso em: 14 nov. 2024.

ICTS. **Rybená - Acessibilidade Web.** 2024. Disponível em: <https://rybena.com.br/>. Acesso em: 24 abr. 2024.

KIRKPATRICK, A.; CONNOR, J. O.; CAMPBELL, A.; COOPER, M. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1.** 2023. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. Acesso em: 30 out. 2023.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down.** 5a. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2010. ISBN 978-85-88639-97-3.

LANO, K.; TEHRANI, S. Y. **Introduction to Software Architecture: Innovative Design using Clean Architecture and Model-Driven Engineering.** Cham: Springer Nature Switzerland, 2023.

MAINIERI, C. M. P. **Desenvolvimento e aprendizagem de alunos surdos: cognitivo, afetivo e social.** Curitiba: Iesde Brasil, 2011. 168 p. ISBN 978-85-387-1732-4.

MANDAL, P. C. Net promoter score: a conceptual analysis. **International Journal of Management Concepts and Philosophy**, Olney, v. 8, n. 4, p. 209–219, 2014. ISSN 1478-1484. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/ids/ijmcph/v8y2014i4p209-219.html>. Acesso em: 19 dec. 2024.

MAP INNOVATION. **Giulia - Apps do Google Play.** 2024. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=giulia.com.br.giulia.play&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em: 21 abr. 2024.

MARCONI, M. d. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 8a. ed. São Paulo: Atlas, 2017. ISBN 978-85-970-1076-3.

MARCOTTE, E. **Responsive web design.** [s.l.]: Eyrolles, 2011. ISBN 9782212008227.

MARINHO, N. M.; OLIVEIRA, L. M. S. R. d.; LIMA, K. M. **Entendendo o universo surdo para além da surdez.** 1a. ed. Juazeiro: UNIVASF, 2021. 33 p. ISBN 978-65-88648-49-0.

MARTINS, A. I.; ROSA, A. F.; QUEIRÓS, A.; SILVA, A.; ROCHA, N. P. European portuguese validation of the system usability scale (sus). **Procedia Computer Science**, Amsterdam, v. 67, p. 293–300, 2015. ISSN 1877-0509. Proceedings of the 6th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915031191>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MATTAR, J.; RAMOS, D. K. **Metodologia da Pesquisa em Educação.** São Paulo: Edições 70, 2024.

MDS. **Acesso Brasil - Apps do Google Play**. 2024. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mds.speechtotext.androidtounity3d&hl=en_US&gl=US. Acesso em: 25 abr. 2024.

MELHORAMENTOS. **Michaelis Dicionário Escolar Língua Portuguesa**. 5a. ed. São Paulo: Melhoramentos, 2023. 992 p. ISBN 978-6555396881.

MELO, L. S. d. S.; ALMEIDA, L. P. C. M. d. Ferramenta handtalk como apoio avaliativo para o ensino e aprendizagem de alunos surdos. **Nova Revista Amazônica**, Bragança, v. 11, n. 2, p. e0240007, fev. 2023. ISSN 2764-6440. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/nra/article/view/14930>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2a. ed. São Paulo: Cortez, 2000. 104 p. ISBN 85-249-0741-X.

NASCIMENTO, J. V. B. do; NETO, M. M.; COUTINHO, E. F.; MOREIRA, L. O. Um levantamento sobre os aspectos técnicos dos principais riscos de segurança e ataques em aplicações web. **Revista Sistemas e Mídias Digitais (RSMD)**, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 1–12, jul. 2021. ISSN 2525-9555. Disponível em: <http://revistasmd.virtual.ufc.br/arquivos/volume-6/numero-1/rsmd-v6-n1-6.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2024.

NEVES, A. E. F. **Acessibilidade para deficientes auditivos na web**: um estudo de caso nos sistemas Solar e SIGAA/UFC. 2022. 43 p. Monografia (Bacharelado em Sistemas e Mídias Digitais) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

OLIVEIRA, C.; MOURA, S. P.; SOUSA, E. R. TIC's na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em Ação**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 75–95, 2015. ISSN 2176-7003. Disponível em: <https://smtpgw.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/article/view/11019>. Acesso em: 20 nov. 2024.

OLIVEIRA, I. F. D.; SOUSA, J. L. T. D.; CARVALHO, L. C. d.; BRITO, M. D. O.; FREIRE, K. M. d. A.; DAMASCENO, A. C. d. S. A utilização do aplicativo vlibras como forma de ensino e aprendizagem para alunos surdos. **Revista Psicologia & Saberes**, Maceió, v. 9, n. 16, p. 22–30, mar. 2020. ISSN 2316-1124. Disponível em: <https://revistas.cesmac.edu.br/psicologia/article/view/1169>. Acesso em: 14 fev. 2024.

OWEN, R. Net promoter score and its successful application. *In*: KOMPELLA, K. (Ed.). **Marketing Wisdom**. Singapore: Springer Singapore, 2019. p. 17–29. ISBN 978-981-10-7724-1. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-10-7724-1_2. Acesso em: 20 nov. 2024.

PARLAKKILIÇ, A. Evaluating the effects of responsive design on the usability of academic websites in the pandemic. **Education and Information Technologies**, New York, v. 27, n. 1, p. 1307–1322, jan. 2022. ISSN 1573-7608. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10650-9>. Acesso em: 20 nov. 2024.

PIZOLLI, G.; MARTINS, N. A.; JUNIOR, C. M. L.; FRANCO, C. C. d. S. Recursos tecnológicos para alunos que apresentam deficiências visual, auditiva ou motora. **Monumenta - Revista Científica Multidisciplinar**, Paraíso do Norte, v. 3, n. 3, p. 1–12, set. 2021. ISSN 2675-8393. Disponível em: <https://revistaunibf.emnuvens.com.br/monumenta/article/view/96>. Acesso em: 27 nov. 2024.

POSTGRESQL. **PostgreSQL - The World's Most Advanced Open Source Relational Database**. 2024. Disponível em: <https://www.postgresql.org/>. Acesso em: 19 abr. 2024.

RAMYA, P.; SINDHURA, V.; SAGAR, P. V. Testing using selenium web driver. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL, COMPUTER AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES (ICECCT)*, 2., 2017, Coimbatore. **Anais [...]**. Coimbatore: IEEE, 2017. p. 1–7. ISBN 978-1-5090-3239-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICECCT.2017.8117878>. Acesso em: 17 nov. 2024.

RAZA, M.; GULWANI, S. Web data extraction using hybrid program synthesis: A combination of top-down and bottom-up inference. *In: ACM SIGMOD INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF DATA*, 2020, Portland. **Anais [...]**. Portland: Association for Computing Machinery, 2020. p. 1967–1978. ISBN 9781450367356. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3318464.3380608>. Acesso em: 25 nov. 2024.

REICHHELD, F. F. The one number you need to grow. **Harvard Business Review**, Brighton, v. 81, p. 46–54, dec. 2003. ISSN 0017-8012.

RESENDE, A. P. C.; VITAL, F. M. d. P. **A Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência Comentada**. Brasília: CORDE, 2008. 165 p.

SACKS, O. **Vendo vozes: uma viagem ao mundo dos surdos**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. ISBN 978-85-359-1608-9.

SAMPAIO, R. S. d. **Uma aplicação web responsiva para catalogar obras públicas**. 2023. 62 p. Monografia (Bacharelado em Sistemas e Mídias Digitais) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

SANTOS, G. F. d.; HONORATO, J. Usos de tecnologias educacionais na educação de estudantes surdos. **Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial**, Marília, v. 11, n. 1, p. e0240007, fev. 2024. ISSN 2764-6440. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/dialogoseperspectivas/article/view/14690>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SASMITO, G. W.; ZULFIQAR, L. O. M.; NISHOM, M. Usability testing based on system usability scale and net promoter score. *In: INTERNATIONAL SEMINAR ON RESEARCH OF INFORMATION TECHNOLOGY AND INTELLIGENT SYSTEMS (ISRITI)*, 2019, Yogyakarta. **Anais [...]**. Yogyakarta: IEEE, 2019. p. 540–545. ISBN 978-1-7281-4520-4. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ISRITI48646.2019.9034666>. Acesso em: 11 nov. 2024.

SASSAKI, R. K. Terminologia sobre deficiência na era da inclusão. **Revista Nacional de Reabilitação**, São Paulo, v. 5, n. 24, p. 1–9, jan./fev. 2002.

SELENIUM. **The Selenium Browser Automation Project**. 2024. Disponível em: <https://www.selenium.dev/documentation/>. Acesso em: 10 mai. 2024.

SILVA, I. C. d. C. **Os desafios e possibilidades da relação aluno tecnologia e glossários e o educador no processo de inclusão**. 2022. 53 p. Monografia (Licenciatura em Pedagogia) — Faculdade Laboro, São Luiz, 2022.

SIRISURIYA, S. D. S. Importance of web scraping as a data source for machine learning algorithms - review. *In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL*

AND INFORMATION SYSTEMS (ICIIS), 17., 2023, Peradeniya. **Anais [...]**. Peradeniya: IEEE, 2023. p. 134–139. ISBN 979-8-3503-2363-4. ISSN 2164-7011. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10253502>. Acesso em: 13 nov. 2024.

SKLIAR, C. **A Surdez: um olhar sobre as diferenças**. 8a. ed. Porto Alegre: Mediação, 2016. 190 p. ISBN 9788587063175.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 9a. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. ISBN 978-85-7936-108-1.

SOUZA, I. R. d.; LEITE, F. P. A. A utilização do aplicativo handtalk em audiência de custódia de pessoa com deficiência auditiva. *In*: LEITE, FLÁVIA PIVA ALMEIDA (org.). **A inteligência artificial e as Tecnologias de informação - As implicações para a pessoa com deficiência e para a pessoa idosa**. Rio de Janeiro: e-Publicar, 2024. p. 115–128. ISBN 978-65-5364-295-9.

STROBEL, K. **As imagens do outro sobre a cultura surda**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008. 118 p.

TANENBAUM, A. S.; STEEN, M. V. **Sistemas Distribuídos: Princípios e Paradigmas**. 2a. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. ISBN 978-85-7605-142-8.

TAYLOR, P. **Amount of data created, consumed, and stored 2010-2020, with forecasts to 2025**. 2023. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>. Acesso em: 16 abr. 2024.

TIOBE. **TIOBE Index for April 2024**. 2024. Disponível em: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>. Acesso em: 18 abr. 2024.

TOFFOLO, A. C. R.; BERNARDINO, E. L. A.; VILHENA, D. d. A.; PINHEIRO, A. M. V. Os benefícios da oralização e da leitura labial no desempenho de leitura de surdos profundos usuários da Libras. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 71, p. e227165, 2017. ISSN 1413-2478. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782017227165>. Acesso em: 15 mai. 2024.

VYAS, B. Security challenges and solutions in java application development. **Eduzone - International Peer Reviewed/Refereed Multidisciplinary Journal**, New Delhi, v. 12, n. 2, p. 268–275, set. 2023. ISSN 2319-5045. Disponível em: <https://eduzonejournal.com/index.php/eiprmj/article/view/467>. Acesso em: 15 nov. 2024.

W3C. **Introduction to Understanding WCAG**. 2023. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/intro#understanding-the-four-principles-of-accessibility>. Acesso em: 21 mai. 2024.

W3C. **WCAG 2 Overview**. 2024. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>. Acesso em: 29 abr. 2024.

WASHINGTON, K. **Modern Practices for Responsive Web Design and Web Accessibility**. 2023. 25 p. Honors Theses — University of Nebraska-Lincoln, Nebraska, 2023.

WAZLAWICK, R. S. **Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação**. 1a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2009. ISBN 978-85-352-3522-7.

YOUSAF, N.; BUTT, W. H.; AZAM, F.; ANWAR, M. W. A systematic review of adaptive and responsive design approaches for world wide web. *In: ADVANCES IN INFORMATION AND COMMUNICATION NETWORKS*, 2019, Cham. **Anais [...]**. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 704–717. ISBN 978-3-030-03405-4. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-03405-4_50. Acesso em: 11 nov. 2024.

ZHAO, X.; LI, X. The latest trends and challenges in enterprise application development with java. **Advances in Computer, Signals and Systems**, Guangdong, v. 8, n. 2, p. 44–50, mar. 2024. ISSN 2371-8838. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.23977/acss.2024.080207>. Acesso em: 25 dez. 2024.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(TCLE) TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado por **Saulo Tiago Araújo de Moura**, aluno do **Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional (PPGTE) da Universidade Federal do Ceará (UFC)**, para participar de uma pesquisa. Leia atentamente as informações abaixo e tire suas dúvidas, para que todos os procedimentos possam ser esclarecidos.

A pesquisa com título **“Uma Abordagem Baseada em Tecnologias Assistivas e Extração Automática de Conteúdo para Auxiliar no Ensino de Alunos Surdos por meio da Web: Uma Aplicação em Aulas sobre Cartografia”** tem como objetivo **oferecer aos estudantes surdos uma alternativa de acesso aos conteúdos de cartografia na disciplina de geografia por meio de tecnologias assistivas**. Para a sua realização, é necessário que os envolvidos (e.g., **professores especialistas da disciplina de geografia do ensino fundamental – anos finais das escolas públicas bilíngues**) respondam a este questionário, ressaltando-se que a sua colaboração é de caráter voluntário e não implica em remuneração. Há o risco de você sentir-se constrangido com alguma pergunta, e caso isto ocorra, poderá a qualquer momento interromper a pesquisa e se for de sua vontade encerrar sua participação.

O questionário possui perguntas simples e deve tomar aproximadamente **20 minutos** (o tempo de aplicação dependerá da pesquisa) do seu tempo. Os seguintes procedimentos serão respeitados:

1. Seus dados pessoais e outras informações que possam identificar você serão mantidos em segredo;
2. Você está livre para interromper a qualquer momento sua participação na pesquisa sem sofrer qualquer forma de retaliação ou danos; e
3. Os resultados gerais da pesquisa serão utilizados apenas para alcançar os objetivos e podem ser publicados em congresso ou em revista científica especializada.

Endereço do(a) responsável pela pesquisa: _____

Pesquisador(a) Responsável: **Saulo Tiago Araújo de Moura**

Instituição: **Universidade Federal do Ceará (UFC) / Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional (PPGTE)**

Endereço: **Bloco Acadêmico do Instituto Universidade Virtual (IUVI), Campus do PICI - CEP 60440-554 - Fortaleza, Ceará, Brasil**

Telefones para contato: **(85) 98976-6920**

E-mail: **saulotiago.moura@gmail.com**

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a sua participação na pesquisa entre em contato com o pesquisador responsável.

O abaixo assinado _____, _____ anos, RG: _____ declara que é de livre e espontânea vontade que está participando da pesquisa.

Eu declaro que li cuidadosamente este **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)** e que, após sua leitura tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, como também sobre a pesquisa e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. E declaro ainda estar recebendo uma cópia assinada deste termo e que minha participação é de caráter voluntário e não serei remunerado.

Pesquisador(a): **Saulo Tiago Araújo de Moura**

Responsável: _____

Data: ____/____/2024

Participante: _____

Data: ____/____/2024

APÊNDICE B – ALGUMAS TELAS DO FORTALEZA LIBRAS NA VISÃO DE UM *SMARTPHONE*

Figura 21 – Tela Responsiva de Login

The login screen features a light gray background. At the top, the text "Fortaleza Libras" is centered, followed by "Olá usuário, identifique-se!". Below this are two white input fields: "Login" and "Senha". A blue square icon with a white hand symbol is positioned to the right of the "Senha" field. A dark blue button labeled "Entrar" is centered below the input fields. At the bottom, there are two blue links: "Esqueceu sua senha?" and "Criar uma nova conta", followed by the copyright notice "Fortaleza Libras © 2024".

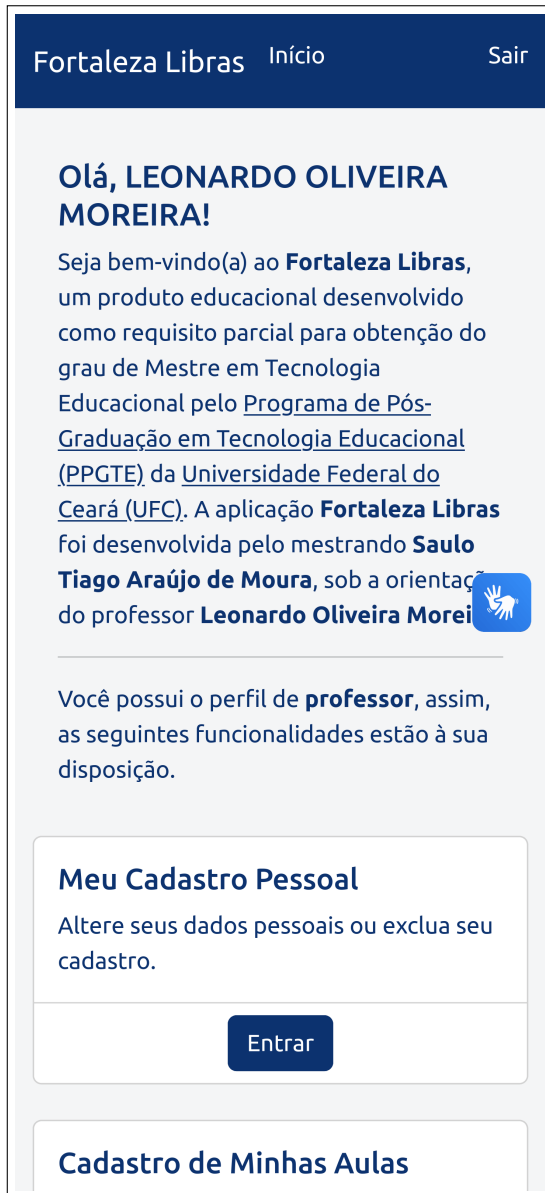
Fonte: Elaborado pela autor.

Figura 22 – Tela Responsiva de Cadastro de Aluno

The registration screen has a light gray background. It displays "Fortaleza Libras" and "Cadastro de Aluno" at the top. There are four white input fields: "Nome", "E-mail", "Login", and "Senha". A blue square icon with a white hand symbol is located to the right of the "Login" field. A dark blue button labeled "Cadastrar" is centered below the input fields. At the bottom, there is a blue link "Ir para Página de Login" and the copyright notice "Fortaleza Libras © 2024".

Fonte: Elaborado pela autor.

Figura 23 – Tela Responsiva Principal do Professor



Fortaleza Libras Início Sair

Olá, LEONARDO OLIVEIRA MOREIRA!

Seja bem-vindo(a) ao **Fortaleza Libras**, um produto educacional desenvolvido como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia Educacional pelo [Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional \(PPGTE\)](#) da [Universidade Federal do Ceará \(UFC\)](#). A aplicação **Fortaleza Libras** foi desenvolvida pelo mestrando **Saulo Tiago Araújo de Moura**, sob a orientação do professor **Leonardo Oliveira Moreira**.

Você possui o perfil de **professor**, assim, as seguintes funcionalidades estão à sua disposição.

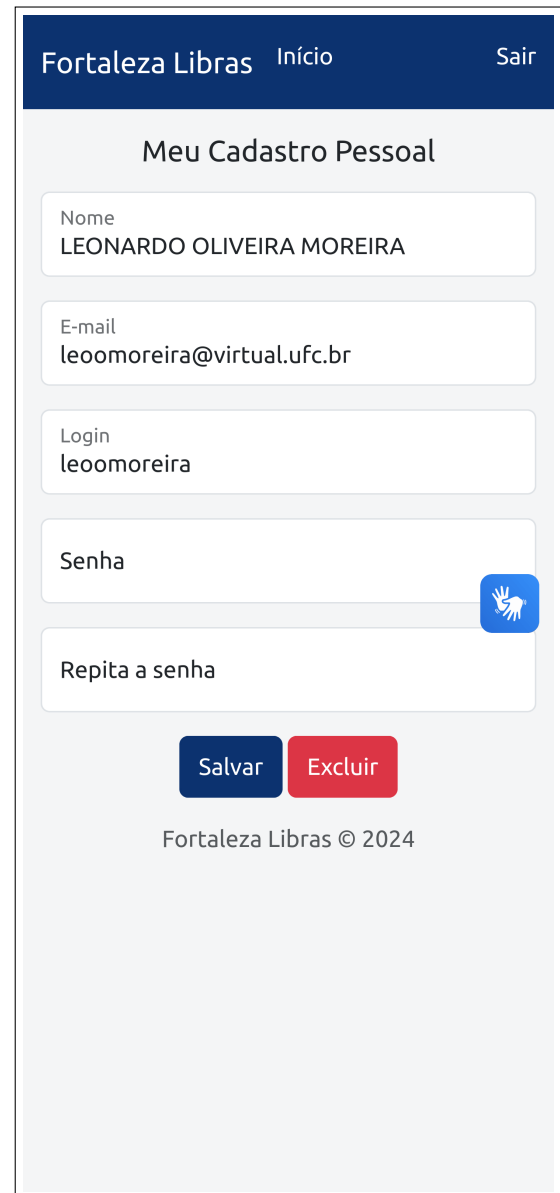
Meu Cadastro Pessoal
Altere seus dados pessoais ou exclua seu cadastro.

Entrar

Cadastro de Minhas Aulas

Fonte: Elaborado pela autor.

Figura 24 – Tela Responsiva de Atualização e Exclusão do Cadastro do Professor



Fortaleza Libras Início Sair

Meu Cadastro Pessoal

Nome
LEONARDO OLIVEIRA MOREIRA

E-mail
leomoreira@virtual.ufc.br

Login
leomoreira

Senha

Repita a senha

Salvar **Excluir**

Fortaleza Libras © 2024

Fonte: Elaborado pela autor.

Figura 25 – Tela Responsiva de Listagem de Aulas do Professor

Fortaleza Libras

Início

Sair

Cadastro de Minhas Aulas

Título

Listar

Lista de Aulas

#	Título	Última Atualização	
1	Introdução à Cartografia: História e Conceitos Básicos	16/06/2024 10:53:45	Alterar Excluir
2	Elementos Fundamentais de um Mapa: Título, Legenda, Escala e Orientação	16/06/2024 10:58:19	Alterar Excluir
3	Projeções Cartográficas: Tipos e Aplicações	16/06/2024 10:58:31	Alterar Excluir

Fonte: Elaborado pela autor.

Figura 26 – Tela Responsiva de Cadastro de Aula do Professor

Fortaleza Libras

Início

Sair

Cadastro de Aula

Título

Introdução à Cartografia: História e Conceit

Descrição

Esta aula apresenta uma visão geral da cartografia, desde suas origens históricas

Salvar

Lista de Tópicos de Aula

#	Título	
1	Definição de Cartografia	Alterar Excluir
2	História da Cartografia	Alterar Excluir
3	Elementos Essenciais de um Mapa	Alterar Excluir
4	Tipos de Mapas	Alterar Excluir
5	Projeções Cartográficas	Alterar Excluir

Inserir Tópico

Fonte: Elaborado pela autor.

Figura 27 – Tela Responsiva de Cadastro de Tópico de Aula

Fortaleza Libras

Início

Sair

Cadastro de Tópico de Aula

Aula

Introdução à Cartografia: História e Conceito

Título

Definição de Cartografia

Salvar

Lista de Conteúdos do Tópico

#	Ordem	Texto	
1	1	A cartografia é a ciência e a arte de criar mapas. Ela envolve o estudo e a prática de representar graficamente informações geográficas, facilitando a compreensão do espaço ao nosso redor. Essa	Alterar Excluir

Fonte: Elaborado pela autor.

Figura 28 – Tela Responsiva de Cadastro de Referência de Conteúdo

Fortaleza Libras

Início

Sair

Cadastro de Referência do Conteúdo

Conteúdo

A cartografia é a ciência e a arte de criar mapas. Ela envolve o estudo e a prática de

Descrição

Site do Brasil Escola

Link

https://brasilecola.uol.com.br/geografia/c

Salvar

Voltar

Fortaleza Libras © 2024

Fonte: Elaborado pela autor.

APÊNDICE C – ROTEIROS DOS TESTES COM OS PROFESSORES

Este apêndice tem como objetivo apresentar os roteiros dos testes realizados com professores na plataforma Fortaleza Libras, com o intuito de avaliar seu funcionamento e usabilidade em contextos práticos de uso. Para isso, foram conduzidos três testes distintos que simulam ações típicas dos usuários da aplicação.

O primeiro teste consiste no processo de criação de uma conta do tipo “professor”, verificando o fluxo de cadastro e validações necessárias. Em seguida, no segundo teste, avalia-se a funcionalidade de criação de aulas por parte do usuário professor, analisando a interface e os recursos disponíveis para esse fim.

Por fim, o terceiro teste tem como foco o acesso a uma aula já cadastrada, realizado por um usuário do tipo “aluno”, com o objetivo de verificar a acessibilidade e navegabilidade do conteúdo oferecido. Esses testes permitem observar o comportamento da plataforma em diferentes perspectivas de uso, contribuindo para a identificação de melhorias e validação das funcionalidades implementadas.

Teste 1 - Criação de uma Conta de Usuário Professor

Acesse a tela principal da plataforma Fortaleza Libras, conforme mostrado na Figura 29, e clique no hiperlink “Criar uma nova conta de **professor**”.

Figura 29 – Tela Principal



A imagem mostra a interface de login da plataforma Fortaleza Libras. No topo, o título "Fortaleza Libras" é exibido em uma fonte grande e escura. Abaixo dele, a mensagem "Olá usuário, identifique-se!" aparece em uma fonte menor. O formulário de login consiste em dois campos de entrada: "Login" e "Senha", ambos com bordas arredondadas e um ícone de lupa para pesquisa. Abaixo dos campos, há um botão azul escuro com o texto "Entrar" em branco. Seguem-se três links de texto azul: "Esqueceu sua senha?", "Criar uma nova conta de **professor**" e "Criar uma nova conta de **aluno**". No rodapé, o texto "Fortaleza Libras © 2025" é exibido em uma fonte pequena e cinza.

Fortaleza Libras

Olá usuário, identifique-se!

Login

Senha

Entrar

[Esqueceu sua senha?](#)

[Criar uma nova conta de **professor**](#)

[Criar uma nova conta de **aluno**](#)

Fortaleza Libras © 2025

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seguida, será exibida a tela de cadastro de professor, conforme mostrado na Figura 30. Nessa tela, preencha todos os campos solicitados: nome completo, e-mail, login e senha de acesso. Após preencher corretamente todas as informações, clique no botão “**Cadastrar**” para concluir o processo de registro na plataforma Fortaleza Libras.

Figura 30 – Tela de Cadastro de Professor

A imagem mostra a interface de usuário para o cadastro de um professor na plataforma Fortaleza Libras. O formulário é centralizado e possui um fundo cinza claro. No topo, o título "Fortaleza Libras" é exibido em uma fonte grande e preta, seguido pelo subtítulo "Cadastro de Professor" em uma fonte menor. Abaixo, há quatro campos de entrada de texto, cada um com um rótulo cinza: "Nome", "E-mail", "Login" e "Senha". O campo "Senha" é mais largo que os outros. Abaixo dos campos, há um botão azul escuro com o texto "Cadastrar" em branco. Logo abaixo do botão, há um link azul com o texto "Ir para Página de Login". No rodapé, o texto "Fortaleza Libras © 2025" é exibido em uma fonte pequena e cinza.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Caso todos os campos sejam preenchidos corretamente e o cadastro do novo professor seja registrado com sucesso na base de dados da plataforma Fortaleza Libras, a tela principal será exibida juntamente com uma mensagem de confirmação em destaque, apresentada em uma caixa amarela, conforme ilustrado na Figura 31. A mensagem exibida é: “**Professor(a) cadastrado(a) com sucesso**”, indicando ao usuário que o processo de cadastro foi concluído com êxito.

Figura 31 – Tela Principal com a Confirmação do Cadastro de Professor

A imagem mostra a interface de login da plataforma Fortaleza Libras. No topo, o título "Fortaleza Libras" é exibido em uma fonte grande e escura. Abaixo dele, a mensagem "Olá usuário, identifique-se!" aparece em uma fonte menor. Há dois campos de entrada: "Login" e "Senha", ambos com bordas arredondadas e fundo branco. Abaixo dos campos, há um botão "Entrar" com fundo azul escuro e texto branco. Seguem-se três links de texto azul: "Esqueceu sua senha?", "Criar uma nova conta de professor" e "Criar uma nova conta de aluno". No centro da tela, uma caixa amarela com bordas arredondadas contém a mensagem "Professor(a) cadastrado(a) com sucesso" em uma fonte escura, acompanhada de um ícone de fechar (X) no canto superior direito. Na base da interface, o texto "Fortaleza Libras © 2025" é exibido em uma fonte pequena e cinza.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Teste 2 - Elaboração de uma Aula com a Utilização do Recurso de Geração Automática de Conteúdo Extraído na Web

Uma **aula** elaborada na plataforma Fortaleza Libras é composta por um conjunto de **tópicos**, sendo que cada **tópico** pode conter diversos **conteúdos**. Esses **conteúdos** podem ser criados manualmente pelos professores ou gerados automaticamente a partir de dados extraídos da web. Dessa forma, a estrutura de uma aula na plataforma Fortaleza Libras é organizada da seguinte maneira:

- Aula
 - Tópico 1
 - * Conteúdo 1
 - * Conteúdo 2
 - ...
 - * Conteúdo N
 - Tópico 2
 - * Conteúdo 1
 - * Conteúdo 2
 - ...
 - * Conteúdo N
 - ...
 - Tópico N
 - * Conteúdo 1
 - * Conteúdo 2
 - ...
 - * Conteúdo N

Acesse a tela principal da plataforma Fortaleza Libras, conforme ilustrado na Figura 32. Em seguida, preencha corretamente o formulário com seu login e senha de usuário professor, e clique no botão “**Entrar**” para acessar a plataforma.

Figura 32 – Tela Principal



A imagem mostra a interface de login da plataforma Fortaleza Libras. No topo, o título "Fortaleza Libras" é exibido em uma fonte grande e escura. Abaixo dele, a mensagem "Olá usuário, identifique-se!" aparece em uma fonte menor. O formulário de login é composto por dois campos de entrada: "Login" e "Senha", ambos com bordas arredondadas e um ícone de lupa para pesquisa. Abaixo dos campos, há um botão "Entrar" com fundo azul escuro e texto branco. Logo abaixo do botão, há três links de texto azul: "Esqueceu sua senha?", "Criar uma nova conta de professor" e "Criar uma nova conta de aluno". No rodapé, o texto "Fortaleza Libras © 2025" é exibido em uma fonte pequena e cinza.

Fortaleza Libras

Olá usuário, identifique-se!

Login

Senha

Entrar

[Esqueceu sua senha?](#)

[Criar uma nova conta de professor](#)

[Criar uma nova conta de aluno](#)

Fortaleza Libras © 2025

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o login ser realizado corretamente e o professor ser identificado com sucesso pela plataforma Fortaleza Libras, a tela ilustrada na Figura 33 será exibida. No lado direito da tela, está localizado um quadro chamado “**Cadastro de Minhas Aulas**”, que permite ao professor visualizar as aulas já cadastradas, criar novas aulas, editar aulas existentes e, se necessário, removê-las. Para iniciar o cadastro de uma nova aula, basta clicar no botão “**Entrar**” dentro do quadro “**Cadastro de Minhas Aulas**”.

Figura 33 – Tela Principal Após Login do Professor



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao acessar a tela de cadastro de aulas, o professor visualizará uma lista com todas as suas aulas cadastradas — caso já tenha alguma aula registrada na plataforma. Nessa mesma tela, há um botão intitulado “**Nova Aula**”, que deve ser clicado para abrir o formulário de criação de uma nova aula. Por favor, clique no botão “**Nova Aula**” para iniciar o processo de elaboração de uma nova aula.

Na tela de “**Cadastro de Aula**”, preencha obrigatoriamente os campos título e descrição. Para fins cumprir o roteiro do teste, você pode utilizar como título “Cartografia Básica” e como descrição o seguinte texto: “Nesta aula, vamos aprender o básico de cartografia.”. Após preencher os campos, clique no botão “**Salvar**” para concluir o cadastro da nova aula.

Após o cadastro da aula ser realizado com sucesso, uma mensagem de confirmação

será exibida no topo da tela, em uma caixa amarela, com o texto: “**Aula inserida com sucesso**”. Em seguida, o botão “**Inserir Tópico**” ficará visível e poderá ser utilizado para adicionar novos tópicos à aula. Por favor, clique no botão “**Inserir Tópico**” para iniciar a elaboração de um novo tópico da aula.

Na tela de “**Cadastro de Tópico de Aula**”, preenche obrigatoriamente o campo título. Para fins cumprir o roteiro do teste, você pode utilizar como título “O que é cartografia?”. Após preencher o campo título, clique no botão “**Salvar**” para concluir o cadastro do novo tópico da aula.

Após o cadastro do tópico ser concluído com sucesso, uma mensagem de confirmação será exibida no topo da tela, em uma caixa amarela, com o texto: “**Tópico inserido com sucesso**”. Em seguida, os botões “**Inserir Conteúdo**” e “**Gerar Conteúdo Automaticamente**” serão exibidos e poderão ser utilizados para adicionar novos conteúdos ao tópico da aula. Uma das contribuições da plataforma Fortaleza Libras é a funcionalidade que busca automaticamente, na web, conteúdos confiáveis e os disponibiliza para que o professor possa avaliá-los e utilizá-los na elaboração de suas aulas. Por favor, clique no botão “**Gerar Conteúdo Automaticamente**” para iniciar o processo de geração automática de um novo conteúdo para o tópico da aula.

Ao clicar no botão “**Gerar Conteúdo Automaticamente**”, uma caixa de diálogo será exibida solicitando que você informe uma **frase-chave** para a busca de conteúdos na web. Digite a **frase-chave** “O que é cartografia?” e, em seguida, clique no botão “**Buscar na Web**”. A plataforma iniciará uma busca em sites confiáveis, procurando conteúdos que tenham relação com a **frase-chave** informada.

Ao final do processo, a Fortaleza Libras exibirá uma tela com todos os conteúdos encontrados, permitindo que o professor visualize e selecione o mais adequado para seu tópico de aula. Para selecionar o conteúdo desejado, basta clicar no botão “**Selecionar Conteúdo**”. Em seguida, o conteúdo escolhido será exibido na tela de “**Cadastro de Conteúdo do Tópico**”, permitindo que o professor visualize o material e, se desejar, realize edições antes de finalizar. Para concluir a inserção do conteúdo no tópico da aula, clique no botão “**Salvar**”.

Pronto! Neste roteiro, foi criada uma aula simples intitulada “Cartografia Básica”, contendo um único tópico chamado “O que é cartografia?”, com um conteúdo gerado automaticamente por meio da funcionalidade de extração de informações da web oferecida pela plataforma. Para encerrar sua sessão e sair da plataforma Fortaleza Libras, clique no botão “**Sair**”, localizado na barra azul que fica no canto superior direito da tela.

Teste 3 - Visualização de uma Aula Acessível por uma conta de Usuário Aluno

Neste roteiro, será utilizado o perfil de aluno para acessar as aulas cadastradas na plataforma e assisti-las. Para isso, acesse a tela principal da plataforma Fortaleza Libras, conforme ilustrado na Figura 34. Em seguida, preencha corretamente o formulário com o login “aluno” e a senha “ufc123”, e clique no botão “**Entrar**” para acessar a plataforma com o perfil de aluno.

Figura 34 – Tela Principal

A imagem mostra a tela principal de login da plataforma Fortaleza Libras. No topo, o título "Fortaleza Libras" é exibido em uma fonte grande e escura. Abaixo dele, a mensagem "Olá usuário, identifique-se!" aparece em uma fonte menor. O formulário de login consiste em dois campos de entrada: "Login" e "Senha", ambos com bordas arredondadas e um fundo branco. Abaixo dos campos, há um botão "Entrar" com fundo azul escuro e texto branco. Na parte inferior do formulário, há três links de texto azul: "Esqueceu sua senha?", "Criar uma nova conta de professor" e "Criar uma nova conta de aluno". No rodapé, o texto "Fortaleza Libras © 2025" é exibido em uma fonte pequena e cinza.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o login ser realizado corretamente e o aluno ser identificado com sucesso pela plataforma Fortaleza Libras, a tela ilustrada na Figura 35 será exibida. No lado direito da tela, está localizado um quadro chamado “**Cadastro de Aulas Disponíveis**”, que permite ao aluno visualizar as aulas já cadastradas. Para assistir às aulas disponíveis, basta clicar no botão “**Entrar**” dentro do quadro “**Cadastro de Aulas Disponíveis**”.

Figura 35 – Tela Principal Após Login do Aluno

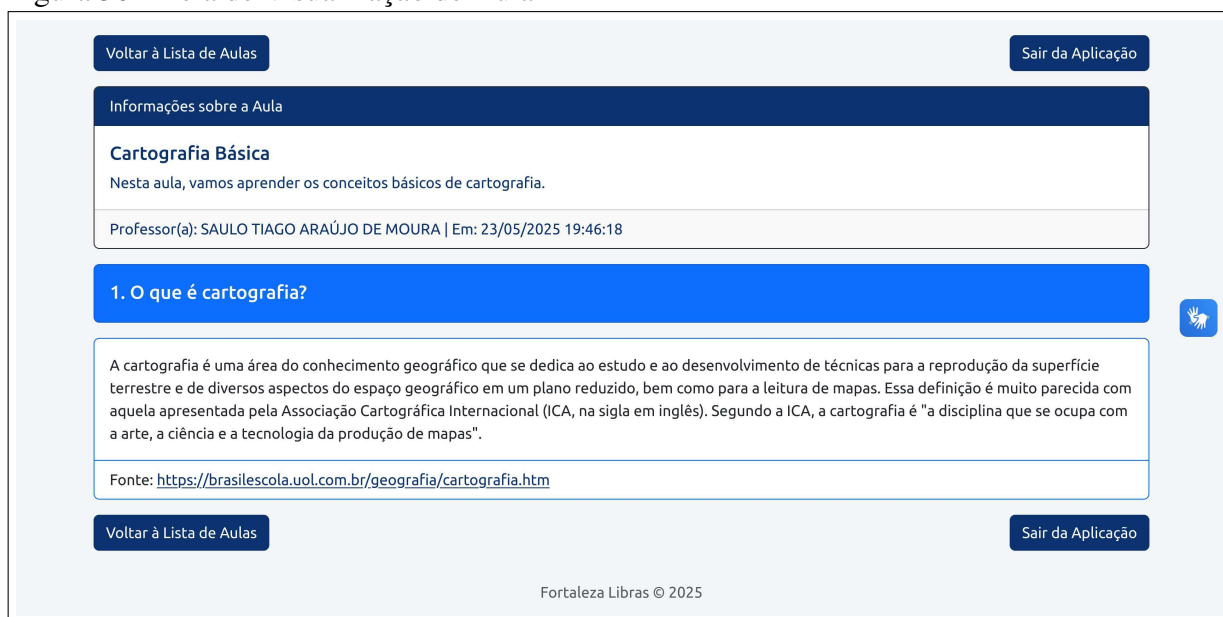


Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao acessar a tela de aulas disponíveis, o aluno visualizará uma lista com todas as aulas disponíveis — caso já tenha alguma aula registrada na plataforma. Nessa mesma tela, há um botão intitulado “**Visualizar**” ao lado de cada aula disponível. Por favor, clique no botão “**Visualizar**” da aula “Cartografia Básica”.

Após isso, a tela de visualização da aula, apresentada na Figura 36, será exibida com o conteúdo da aula “Cartografia Básica”. Inicialmente, são apresentadas informações gerais, como o título da aula, uma breve descrição, o nome do professor responsável e a data de disponibilização. Em seguida, é exibido o primeiro tópico, que neste caso é: “1. O que é cartografia?”. Logo abaixo, apresenta-se o conteúdo do tópico, acompanhado de sua respectiva fonte.

Figura 36 – Tela de Visualização de Aula



Fonte: Elaborado pelo autor.

No lado direito da tela, em posição central e vertical, encontra-se o *plugin* do VLibras, que permite o acesso à aula de forma acessível em Libras. Ao clicar no *plugin*, inicia-se o carregamento do avatar responsável pela tradução para Libras. Após esse carregamento, o avatar apresenta algumas instruções de uso, recomendadas para quem acessa o recurso pela primeira vez. Caso o usuário não deseje visualizar as instruções, pode clicar no botão “**Pular**”. Em seguida, basta clicar sobre o conteúdo desejado para que ele seja traduzido automaticamente para Libras. Também é possível ajustar algumas configurações, como a velocidade da tradução, a ativação ou desativação das legendas e a ativação ou desativação do modo tela cheia do avatar, conforme a preferência do usuário.

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIOS DE AVALIAÇÃO DA PESQUISA

Questionário I

(Estas informações serão utilizadas apenas para fins de análise dos dados da pesquisa.)

1. Há quanto tempo você atua no magistério?
 - ☐ Menos de 1 ano
 - ☐ De 1 a 3 anos
 - ☐ De 4 a 9 anos
 - ☐ De 10 a 19 anos
 - ☐ 20 anos ou mais
2. Qual é o seu nível de escolaridade?
 - ☐ Ensino superior completo
 - ☐ Pós-graduação (especialização)
 - ☐ Mestrado
 - ☐ Doutorado
3. Neste ano letivo, você leciona para quantos alunos surdos?
 - ☐ Nenhum
 - ☐ 1 aluno
 - ☐ 2 a 3 alunos
 - ☐ 4 ou mais alunos
4. Você sempre lecionou conteúdos de Geografia e/ou Cartografia?
 - ☐ Sim
 - ☐ Não
 - ☐ Parcialmente (em alguns períodos ou anos específicos)
5. Como você avalia sua experiência, enquanto estudante de graduação, ao aprender Cartografia com o uso de tecnologias digitais? (*Considere o uso de softwares, aplicativos, ferramentas interativas, mapas digitais etc.*). Durante sua graduação, com que frequência os professores utilizaram tecnologias digitais no ensino de Cartografia?
 - ☐ Sempre utilizavam tecnologias digitais
 - ☐ Quase sempre utilizavam tecnologias digitais
 - ☐ Raramente utilizavam tecnologias digitais
 - ☐ Nunca utilizavam tecnologias digitais

6. Por que você escolheu trabalhar nesta escola que atende crianças surdas?

7. Descreva como foi realizada a sua formação em Libras.

8. Você utilizaria a plataforma Fortaleza Libras durante suas aulas de Geografia/Cartografia com alunos surdos?

☐ Sim

☐ Não

9. O conteúdo apresentado pela plataforma, por meio de *web scraping* (funcionalidade de geração de conteúdo automático), foi adequado à faixa etária/série dos alunos?

☐ Sim

☐ Não

Questionário II

Questionário de Avaliação de Usabilidade da Plataforma Fortaleza Libras

Escala SUS (*System Usability Scale*)

(Estas informações serão utilizadas apenas para fins de análise dos dados da pesquisa.)

1. Eu gostaria de utilizar esta plataforma com frequência.

☐ Discordo totalmente

☐ Discordo

☐ Neutro (Indiferente)

☐ Concordo

☐ Concordo totalmente

2. Achei a plataforma desnecessariamente complexa.

☐ Discordo totalmente

☐ Discordo

☐ Neutro (Indiferente)

☐ Concordo

☐ Concordo totalmente

3. Acredito que a plataforma é fácil de usar.
- ☐ Discordo totalmente
 - ☐ Discordo
 - ☐ Neutro (Indiferente)
 - ☐ Concordo
 - ☐ Concordo totalmente
4. Acho que precisaria da ajuda de alguém com conhecimentos técnicos para conseguir utilizar a plataforma.
- ☐ Discordo totalmente
 - ☐ Discordo
 - ☐ Neutro (Indiferente)
 - ☐ Concordo
 - ☐ Concordo totalmente
5. As funcionalidades da plataforma parecem estar bem integradas.
- ☐ Discordo totalmente
 - ☐ Discordo
 - ☐ Neutro (Indiferente)
 - ☐ Concordo
 - ☐ Concordo totalmente
6. A plataforma apresenta muitas inconsistências.
- ☐ Discordo totalmente
 - ☐ Discordo
 - ☐ Neutro (Indiferente)
 - ☐ Concordo
 - ☐ Concordo totalmente
7. Acredito que a maioria das pessoas aprenderia a usar esta plataforma rapidamente.
- ☐ Discordo totalmente
 - ☐ Discordo
 - ☐ Neutro (Indiferente)
 - ☐ Concordo
 - ☐ Concordo totalmente
8. Achei a plataforma intuitiva e fácil de usar.

☐ Discordo totalmente

☐ Discordo

☐ Neutro (Indiferente)

☐ Concordo

☐ Concordo totalmente

9. Senti-me confiante ao utilizar a plataforma.

☐ Discordo totalmente

☐ Discordo

☐ Neutro (Indiferente)

☐ Concordo

☐ Concordo totalmente

10. Precisei aprender muitas coisas novas antes de conseguir usar a plataforma.

☐ Discordo totalmente

☐ Discordo

☐ Neutro (Indiferente)

☐ Concordo

☐ Concordo totalmente

Questionário III

Questionário de Avaliação de Aceitação da Plataforma Fortaleza Libras

Métrica NPS (*Net Promoter Score*)

(Estas informações serão utilizadas apenas para fins de análise dos dados da pesquisa.)

1. Em uma escala de 0 a 10, qual é a probabilidade de você recomendar a plataforma Fortaleza Libras como uma alternativa de acesso aos conteúdos de Cartografia na disciplina de Geografia, voltada ao ensino de estudantes surdos? (0 = Nada provável | 10 = Extremamente provável)

Resposta: _____

ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICA

Pelo presente **TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICA** que entre si celebram, de um lado a Secretaria Municipal da Educação, pessoa jurídica de direito público, inscrita no CNPJ nº 04.919.081/0001-89, localizada à Av. Desembargador Moreira, 2875, Dionísio Torres, Fortaleza - CE, representada por sua Secretária, **Antônia Dalila Saldanha de Freitas**, brasileira, casada, portadora da Cédula de Identidade nº 205903390, SSP - CE, e CPF/MF nº 510.472.503-06, residente e domiciliada nesta capital, aqui denominada SME; e de outro lado o(a) pesquisador(a) **SAULO TIAGO ARAÚJO DE MOURA**, aluno(a) do **MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL - UFC**, requer autorização para realizar a pesquisa intitulada: **UMA ABORDAGEM BASEADA EM TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E EXTRAÇÃO AUTOMÁTICA DE CONTEÚDO PARA AUXILIAR NO ENSINO DE ALUNOS SURDOS POR MEIO DA WEB: UMA APLICAÇÃO EM AULAS SOBRE CARTOGRAFIA** – fica estabelecido:

CLÁUSULA PRIMEIRA. A Secretaria Municipal da Educação autoriza o(a) pesquisador(a) **SAULO TIAGO ARAÚJO DE MOURA** a realizar a coleta de dados da pesquisa intitulada **UMA ABORDAGEM BASEADA EM TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E EXTRAÇÃO AUTOMÁTICA DE CONTEÚDO PARA AUXILIAR NO ENSINO DE ALUNOS SURDOS POR MEIO DA WEB: UMA APLICAÇÃO EM AULAS SOBRE CARTOGRAFIA**, conforme termo da Faculdade/Universidade.

CLÁUSULA SEGUNDA. A produção/reprodução/veiculação de fotos e/ou vídeos do contexto escolar somente poderá ser realizada mediante termo de autorização assinado pelo envolvido e, no caso de criança e adolescente, pelo responsável legal.

CLÁUSULA TERCEIRA. O aluno deve apresentar ao (à) professor (a) regente seus planejamentos das atividades a serem desenvolvidas com a (s) criança (s) durante o seu trabalho acadêmico, se for o caso.

CLÁUSULA QUARTA. Os trabalhos desenvolvidos nas instituições municipais de ensino devem ser entregues no protocolo da SME para conhecimento dos resultados e estudos, elaborados, objetivando o aprimoramento das ações pedagógicas, se for o caso.

CLÁUSULA QUINTA. A SME não fornecerá nenhum material, sendo de responsabilidade do aluno adquiri-lo por conta própria.

CLÁUSULA SEXTA. A autorização para ingressar na instituição é exclusiva para os alunos, sendo vedado o acesso a terceiros.

CLÁUSULA SÉTIMA. O aluno deve respeitar todas as normas da instituição de ensino e as diretrizes da direção da unidade.

SUBCLÁUSULA ÚNICA. O aluno deverá estar vestido adequadamente, e usar de tratamento respeitoso com os funcionários e alunos das unidades escolares.

CLÁUSULA OITAVA. O descumprimento de qualquer cláusula deste instrumento por parte do aluno acarretará a rescisão imediata deste termo de autorização de pesquisa acadêmica, sem a necessidade de comunicação prévia.

CLÁUSULA NONA. É competente para dirimir qualquer litígio resultante deste Termo o foro de Fortaleza, com prévia renúncia de ambas as partes a qualquer outro foro, por mais privilegiado que seja. E, por estarem assim justos e compromissados, lavram, datam e assinam o presente instrumento, em 02 (duas) vias de igual teor e forma, para que surta seus devidos e legais efeitos.

Fortaleza-CE, data da assinatura digital.

Antônia Dalila Saldanha de Freitas
Secretária Municipal da Educação

Francisca Mônica Silva da Costa
Coordenadora da Diversidade e Inclusão

SAULO TIAGO ARAÚJO DE MOURA
CPF nº 701.694.113-20



Este documento é cópia do original e assinado digitalmente sob o número SUZV2M6O
Para conferir o original, acesse o site <https://assineja.sepog.fortaleza.ce.gov.br/validar/documento>, informe o malote 3773203 e código SUZV2M6O

ASSINADO POR:

ANEXO B – CARTA DE ANUÊNCIA DO LOCAL DA COLETA DE DADOS

Escola Municipal Bilingue Francisco Sunderland Bastos Mota

CARTA DE ANUÊNCIA DO LOCAL DA COLETA DE DADOS

Declaro que tenho conhecimento e autorizo a realização do projeto de pesquisa intitulado **“Uma abordagem baseada em Tecnologias Assistivas e extração automática de conteúdo para auxiliar no ensino de alunos surdos por meio da Web: uma aplicação em aulas sobre Cartografia”**, proposto pelo pesquisador Saulo Tiago Araújo de Moura.

O referido projeto será realizado na **Escola Bilingue Francisco Sunderland Bastos Mota**, tendo como público alvo os professores da disciplina de geografia, ciências humanas, pedagogos, estudos sociais e/ou áreas afins, situada na Avenida Bernardo Manuel, 9970A, sob a orientação do Professor Dr. **Leonardo Oliveira Moreira**.

Fortaleza, 24 de setembro de 2024


DIRETORA DA UNIDADE ESCOLAR

*Maria Euzimar Nunes Rodrigues
Diretora - Mat: 49952-01
Ato-1523/2022 09.08.22*

Avenida Bernardo Manuel, 9970A