



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Danilo Ruy Gomes

**APLICATIVO INTELIGENTE PARA APRENDIZADO,
COMUNICAÇÃO E TRADUÇÃO DE LIBRAS: VOZ,
TEXTO E SINAL**

Sorocaba

2024

Danilo Ruy Gomes

**APLICATIVO INTELIGENTE PARA APRENDIZADO,
COMUNICAÇÃO E TRADUÇÃO DE LIBRAS: VOZ, TEXTO E
SINAL**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Área de concentração: Automação.

Orientador: Prof. Dr. Ivando Severino Diniz

Sorocaba

2024

G633a Gomes, Danilo Ruy
Aplicativo inteligente para aprendizado, comunicação e
tradução de libras: voz, texto e sinal / Danilo Ruy Gomes. --
Sorocaba, 2024
98 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba
Orientador: Ivando Severino Diniz

1. Algoritmos. 2. Inteligência Artificial. 3. Tecnologia -
Serviços de tradução. 4. Língua brasileira de sinais. 5.
Gramática. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: APLICATIVO INTELIGENTE PARA APRENDIZADO, COMUNICAÇÃO E
TRADUÇÃO DE LIBRAS: VOZ, TEXTO E SINAL

AUTOR: DANILO RUY GOMES

ORIENTADOR: IVANDO SEVERINO DINIZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Elétrica, área:
Automação pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. IVANDO SEVERINO DINIZ (Participação Presencial)
Departamento de Engenharia de Controle e Automação / Instituto de Ciência e Tecnologia / UNESP / Sorocaba

Prof. Dr. RAFAEL DOS SANTOS (Participação Presencial)
Departamento de Engenharia de Controle e Automação / Câmpus de Sorocaba

Prof. Dr. LUCELIA MIRANDA MASSONI (Participação Presencial)
CLF / IFSP Itapetininga

Prof. Dr. SERGIO SHIMURA (Participação Presencial)
Departamento de Indústria / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus
Sorocaba

Sorocaba, 18 de outubro de 2024

Documento assinado digitalmente
 IVANDO SEVERINO DINIZ
Data: 24/10/2024 11:47:06-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 EVERSON MARTINS
Data: 24/10/2024 12:29:53-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 LUCELIA MIRANDA MASSONI
Data: 24/10/2024 13:21:31-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 SERGIO SHIMURA
Data: 24/10/2024 13:18:24-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

*Dedico este projeto a todos que em algum momento de
minha vida me trouxeram conhecimento ou sabedoria*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me concedido as oportunidades nos lugares certos e nos momentos certos de minha vida.

Agradeço ao meu orientador Ivando, com sua humildade e inteligência me acolheu com respeito e tem sido de fundamental importância para o meu desenvolvimento. Aos membros da banca, ao GASI e ao departamento de Engenharia Elétrica da UNESP de Sorocaba.

A minha esposa Rosimeri, que vem caminhando comigo nestes últimos 20 anos, a qual tem sido fundamental para eu ser um homem melhor todos os dias. A minha filha Beatriz, que desde que veio ao mundo tem trazido amor e alegria a nossa família. Aos meus pais que estiveram comigo em todas as situações de vida, ao meu irmão que muitas vezes me mostra que a vida não é só trabalhar e estudar.

A todos os meus amigos de infância, que após estes quase 40 anos de amizade me trazem a vida o quão importante foi nossa trajetória, lembrando de onde viemos, nossas dificuldades, nossas alegrias e o quanto nossa vida evoluiu.

Ao pessoal da Fatec Itapetininga, meus companheiros de luta diária sem qual não teria começado esta trajetória e foram essenciais nesta caminhada.

Finalmente, aos professores, intérpretes, surdos e para todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a elaboração deste projeto.

*Os que se encantam com a prática
sem a ciência são como os
timoneiros que entram no navio
sem timão nem bússola, nunca
tendo certeza de seu destino.*

Leonardo da Vinci

RESUMO

A questão da inclusão social é uma responsabilidade global da sociedade. Com os avanços tecnológicos sem precedentes, as oportunidades para melhorar a vida das pessoas tornaram-se cada vez mais acessíveis, inclusive para aquelas com algum grau de surdez. Esta dissertação teve como objetivo investigar toda a jornada das pessoas surdas, explorando seu contexto cultural, o impacto das línguas de sinais em suas vidas, a estrutura da Língua Brasileira de Sinais (Libras), além de pesquisas envolvendo fluentes em Libras. Também foi realizado um estudo para compreender como as tecnologias atuais vêm contribuindo para o processo de comunicação entre surdos e ouvintes, o que culminou no desenvolvimento de um aplicativo em nível MVP (Produto Mínimo Viável). O projeto utilizou técnicas de Design Thinking, com uma investigação contextual junto a pessoas fluentes em Libras, além de métodos para o desenvolvimento de software e a incorporação de algoritmos de Inteligência Artificial. Como resultado, foi criado um aplicativo que converte texto ou voz em Língua Portuguesa para sinais reproduzidos em Libras, reorganizando as frases nos padrões SVO (Sujeito-Verbo-Objeto) ou SOV (Sujeito-Objeto-Verbo). O aplicativo foi avaliado por fluentes em Libras, incluindo pessoas surdas das regiões de Itapetininga e Sorocaba, no estado de São Paulo, com uma taxa de compreensão das frases superior a 90%. A continuidade do projeto para uma futura implementação em larga escala é promissora, assim como a possibilidade de expansão dos estudos, com o objetivo de facilitar a comunicação entre não fluentes e pessoas surdas.

Palavras-chave: Ordem. Frases. SVO. Libras. IA. Algoritmo. Tradução.

ABSTRACT

The issue of social inclusion is a global responsibility of society. With unprecedented technological advances, opportunities to improve people's lives have become increasingly accessible, including for those with some degree of deafness. This dissertation aimed to investigate the entire journey of deaf people, exploring their cultural context, the impact of sign languages on their lives, the structure of Brazilian Sign Language (Libras), and research involving fluent Libras speakers. A study was also conducted to understand how current technologies have contributed to the communication process between deaf and hearing people, which culminated in the development of an MVP (Minimum Viable Product) application. The project used Design Thinking techniques, with a contextual investigation with people fluent in Libras, as well as methods for software development and the incorporation of Artificial Intelligence algorithms. As a result, an application was created that converts text or voice in Portuguese into signs reproduced in Libras, reorganizing the sentences in the SVO (Subject-Verb-Object) or SOV (Subject-Object-Verb) patterns. The application was evaluated by fluent Libras speakers, including deaf people from the Itapetininga and Sorocaba regions, in the state of São Paulo, with a sentence comprehension rate of over 90%. The continuity of the project for a future large-scale implementation is promising, as is the possibility of expanding the studies, with the objective of facilitating communication between non-fluent and deaf people.

Keywords: Order. Sentences. SVO. Libras. AI. Algorithm. Translation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hieróglifos simbolizando animais e alimentos	25
Figura 2 - Sinais utilizados no monastério de Yebra's 1579	26
Figura 3 - Sinalário do Alfabeto em Libras	31
Figura 4 - Alfabeto Manual em Britânico, Americano e Sueco	31
Figura 5 - Conversa em Libras	32
Figura 6 - Ordem da frase.....	37
Figura 7 - Exemplo classificador em Libras	41
Figura 8 - Visão geral completa do método proposto por.....	44
Figura 9 - Captação de sinais com sistema de reconhecimento utilizando ROI	45
Figura 10 - Projeto de acessibilidade criado pelo CESAR.....	45
Figura 11 - Pesquisa com câmera associada a um iPad com o Echo Show	46
Figura 12 - Tela principal do aplicativo Vlibras.....	47
Figura 13 - Tela principal do App HandTalk.....	48
Figura 14 - Ranking das Linguagens de Programação mais utilizadas	54
Figura 15 - Versões compatíveis com API Android	55
Figura 16 - Fluxograma dos processos da metodologia.....	58
Figura 17 - Persona.....	62
Figura 18 - Mapa de Empatia	63
Figura 19 - Fluxograma da concepção do aplicativo	64
Figura 20 - Fluxograma do funcionamento do aplicativo	67
Figura 21 - Instrução utilizada para inserção dos dados	69
Figura 22 - Fluxograma de execução rotina ordena frase pela I.A.	70
Figura 23 - Fluxograma do algoritmo para classificação de palavras.....	71
Figura 24 - Fluxograma execução da rotina verificação de verbo	72
Figura 25 - Tela principal do aplicativo.....	73
Figura 26 - Tela para escolha de categorias.....	74
Figura 27 - Tela para escolha de frases.....	75
Figura 28 – Tela principal - Pedir um táxi.....	76
Figura 29 - Alteração da ordem da frase com apoio de I.A.	77
Figura 30 - Alteração da ordem da frase sem apoio de I.A.	78
Figura 31 - Pesquisa com fluente em Libras	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Projeção de pessoas com problemas auditivos por região	21
Gráfico 2 - Deficiências no Brasil	23
Gráfico 3 - Incidência da ordem das palavras	38
Gráfico 4 - Ordem das Sentenças.....	38
Gráfico 5 - Compreensão da frase com utilização de I.A.	80
Gráfico 6 - Compreensão da frase sem a utilização de I.A.	80
Gráfico 7 - Ordem da frase alterada com utilização da I.A.	81
Gráfico 8 - Ordem da frase alterada sem utilização da I.A.	81
Gráfico 9 - Frases sinalizadas por um não fluente em Libras.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Expressões não manuais	40
Tabela 2 - Análise através das Heurísticas de Nielsen	49
Tabela 3 - Dados armazenados	68

LISTA DE ABREVIATÖES E ACRÔNIMOS

BVS – Biblioteca Virtual em Saúde

CBTA – Congresso Brasileiro de Tecnologias Assistivas

CESAR – Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife)

FENEIS – Federação Nacional de Educação e Integração dos Surdos

I.A. – Inteligência Artificial

INES – Instituto Nacional de Ensino para os Surdos

Libras – Língua Brasileira de Sinais

MVP – Produto Mínimo Viável

NPPCD – Programa Nacional para Prevenção e Controle da Surdes.

SOV – Sujeito-Objeto-Verbo

SVO – Sujeito-Verbo-Objeto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Justificativa	18
1.2 Objetivos	19
1.3 Organização da dissertação	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 As deficiências auditivas pelo mundo	21
2.2.1 As deficiências auditivas no Brasil	22
2.2 A surdez	24
2.2.1 A surdez - Histórico	24
2.2.2 A surdez na Europa e nos Estados Unidos	25
2.2.3 A cultura surda	27
2.3 A Língua de sinal	28
2.3.1 Histórico	28
2.3.2 Sobre linguagem e línguas	29
2.3.4 As línguas de sinais no Brasil	30
2.4 Oralidade versus Língua de Sinais	30
2.5 Comunicação através da língua de sinais	32
2.5.1 O aprendizado da língua de sinais	33
2.6 A Língua Brasileira de Sinais	35
2.6.1 As Características da Língua Brasileira de Sinais	35
2.6.2 Ordem das palavras	36
2.6.3 Troca de turnos	39
2.6.4 Prosódia	39
2.6.5 Classificadores em Libras	40
2.6.6 O aprendizado de Libras	41
2.7 A tradução para Libras	42
2.7.1 A questão sobre a tradução	42
2.7.1 O trabalho do intérprete	43

3 REVISÃO DA LITERATURA.....	44
3.1 O emprego de tecnologias no auxílio da comunicação com língua de sinais	44
3.2 Aplicativos existentes para comunicação com uso de LIBRAS	47
3.2.1 VLibras	47
3.2.2 Hand Talk	48
3.2.3 Análise sobre aplicativos existentes.....	49
3.3 Sintetizadores de voz digital.....	52
3.4 Tecnologias para Desenvolvimento.....	53
3.4.1 Linguagem de Programação Dart	53
3.4.2 Framework Flutter.....	53
3.4.3 Linguagem de Programação Python.....	54
4 MATERIAIS E MÉTODOS	55
4.1 Materiais utilizados para o desenvolvimento do aplicativo	55
4.2 Métodos.....	58
5 DESENVOLVIMENTO	59
5.1 Design Thinking	59
5.1.1 Descrição sobre a pesquisa qualitativa semiestruturada.....	59
5.2 Desenvolvimento.....	61
5.2.1 Ideação.....	61
5.2.2 Persona	62
5.2.3 Criação do mapa de empatia.....	63
5.2.4 Análise processo ideação	64
5.3 Fluxograma execução do projeto	64
5.3.1 Desenvolvimento do aplicativo.....	65
5.3.2 Processo de funcionamento do aplicativo	67
5.3.3 Criação do banco de dados	68
5.3.4 Criação da rotina para reorganizar a frase.....	69
5.3.5 Algoritmo utilizado para criação da I.A. com GPT4	69
5.3.6 Algoritmo utilizado na criação da rotina sem acesso à internet	71

6 RESULTADOS	73
6.1 Protótipo funcional MVP	73
6.2 Palavras e expressões comuns.....	75
6.3 Comparação entre os métodos online e offline.....	76
6.4 Frase na ordem para o surdo	77
6.5 Testes realizados com usuários ou aprendizes	78
6.6 Análise crítica sobre os testes realizados.....	82
7 CONCLUSÃO	85
BIBLIOGRAFIA.....	86

1. INTRODUÇÃO

A vida dos seres humanos tem sido alterada de maneira muito significativa nos últimos anos devido ao acesso simplificado à tecnologia. Martim Friedmann em seu livro *Obrigado pelo Atraso*, menciona que:

Na condição de seres humanos, vivemos num mundo linear – no qual, distância, tempo e velocidade são lineares. Porém, o crescimento da tecnologia hoje passa por uma curva exponencial. (FRIEDMAN, 2017, p.12)

A conexão e a dependência das tecnologias com os seres humanos é algo inédito na história. O fato é tão marcante, que o tempo utilizado com tecnologias, supera em muito o tempo que passamos realizando outras atividades consideradas normais, como conversar com amigos, práticas desportivas, entre outras (HARARI, 2017).

Atualmente, grande parte do acesso à tecnologia busca alcançar o maior número de pessoas, sem levar em conta a diversidade de usuários, mesmo sabendo que pessoas com algum tipo de deficiência enfrentam até três vezes mais dificuldades em comparação àquelas sem limitações. Embora o Design Universal possa orientar as empresas, a falta de requisitos específicos faz com que desenvolvedores frequentemente desconsiderem essa questão (BADSHAH et al., 2021).

De acordo com pesquisas de *Market Share*, o *WhatsApp* atingiu a marca de 2,4 bilhões de usuários pelo mundo, no uso como rede social, inferior somente às redes do *YouTube* e *Facebook* que possuem praticamente três bilhões de usuários. Estes números indicam que o número vem crescendo rapidamente nos últimos anos, o que pode influenciar diretamente na maneira como as pessoas vem se comunicando (CURRY, 2024).

Atualmente, no mundo cerca de 1,5 bilhão de pessoas é acometida por alguma deficiência auditiva, podendo chegar a cerca 2,5 bilhões em 2030 (UNICEF, 2022). No Brasil, o IBGE demonstra que 1,1% da população brasileira (aproximadamente 2,4 milhões), possui algum grau de deficiência auditiva (AGÊNCIA IBGE, 2019), o que demonstra que um número significativo de pessoas pode necessitar de algum tipo de recurso para auxiliar na comunicação oral ou escrita.

Pode-se ressaltar também que a pesquisa do IBGE demonstra que a Língua Brasileira de Sinais (Libras), possui cerca de 400.000 indivíduos fluentes, levando em

consideração somente pessoas que possuem algum nível de surdez (AGÊNCIA IBGE, 2019).

Além destes fatos, é necessário salientar que diversas políticas públicas vêm incentivando sua utilização, como é o caso da lei 5.626, conhecida como Lei de Libras, que inclui de maneira obrigatória a disciplina de Libras nos cursos superiores de Pedagogia, Fonoaudiologia e Educação Especial (BRASIL. Decreto 5.626, 2005).

Diante deste cenário, a ideia fundamental desta dissertação foi estudar como as tecnologias assistivas tem contribuído para auxiliar pessoas a se comunicarem através de línguas de sinais objetivando a criação de um protótipo de aplicativo em nível MVP.

1.1 Justificativa

Atualmente, a tecnologia é extremamente acessível a praticamente todas as pessoas a um custo relativamente baixo. Dados da empresa Cisco System, indicam que no ano de 2023 houve cerca de 5,3 bilhões de usuários que utilizaram a internet em todo o mundo com smartphones, tablets ou computadores, o que representa mais de 66% da população mundial (CISCO, 2023).

Em relação as iniciativas de acessibilidade voltadas aos surdos, existem aplicativos que convertem texto em português para a língua de sinais resultando no português sinalizado, o que muitas vezes dificulta a compreensão do surdo ou aprendiz em língua de sinais, pois a ordem da frase resultante, assim como a frase em Libras é diferente do português (QUADROS e KARNOOP, 2007).

A contribuição desta dissertação, visa suprir justamente esta lacuna, ou seja, criar um aplicativo que de fato possa auxiliar na conversa entre ouvintes e surdos, resultando na ordem que o surdo possa compreender, ou seja, no padrão SVO na grande maioria dos casos ou topicalizado com a ordem SOV, além de disponibilizar uma forma simples do aprendizado de Libras.

1.2 Objetivos

O estudo, visa compreender o funcionamento de Língua Brasileira de Sinais, entender seus aspectos e formas de comunicação através de sinais e propor uma plataforma computacional objetivando a tradução simultânea.

Podemos listar os objetivos específicos como:

- Realizar um estudo referente a trajetória do surdo, as línguas de sinais e a utilização de tecnologias assistivas nessa área;
- Desenvolver um aplicativo para conversão de texto ou voz inserido em Língua Portuguesa, exibindo a frase na ordem gramaticalmente correta em Libras, além do vídeo correspondente ao sinal;
- Realizar testes de aceitabilidade nos termos traduzidos com fluentes ou estudantes em Libras.

1.3 Organização da dissertação

Diante dos objetivos propostos, esta dissertação foi dividida em sete capítulos. O primeiro capítulo contextualiza as transformações que as tecnologias têm trazido para os seres humanos e como elas vêm modificando a forma de comunicação. Além disso, menciona o número de pessoas surdas no Brasil e no mundo, e apresenta os objetivos e a justificativa do estudo.

No segundo capítulo, é explorada a trajetória das pessoas surdas ao longo da história, suas dificuldades, desafios, aceitação e inclusão na sociedade. Também contextualiza a cultura surda, fundamental para esta pesquisa. Adicionalmente, aborda as línguas de sinais, com ênfase na Libras, descrevendo sua ortografia, gramática, padrões, formas de aprendizado e a questão da tradução da Língua Portuguesa para Libras.

O terceiro capítulo apresenta as tecnologias desenvolvidas por pesquisadores no contexto da Língua de Sinais, tanto no Brasil quanto no mundo, além de uma análise crítica, baseada nas heurísticas de Nielsen, dos principais aplicativos utilizados no Brasil para a conversão da Língua Portuguesa em Libras.

Os materiais utilizados para o desenvolvimento do MVP (Produto Mínimo Viável) e a metodologia empregada para seu desenvolvimento são detalhados no quarto capítulo.

No quinto capítulo, é descrito o processo de desenvolvimento do MVP, incluindo uma pesquisa qualitativa com conhecedores ou fluentes em Libras, o processo de ideação, a criação de personas, mapas de empatia, fluxogramas de desenvolvimento do MVP e a explanação das rotinas desenvolvidas.

O sexto capítulo apresenta os resultados obtidos com o MVP, comparando métodos com e sem o uso de Inteligência Artificial, além de discussões baseadas em pesquisas realizadas com professores e conhecedores fluentes em Libras.

A conclusão, apresentada no sétimo capítulo, demonstra que a pesquisa pode abrir novas perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias voltadas ao ensino e aprendizado de Libras, desde que sejam consideradas as questões de inclusão e imersão em projetos de acessibilidade.

Por fim, é apresentada a bibliografia utilizada nesta dissertação.

A formatação desta dissertação foi baseada no livro Manual de normalização de trabalhos acadêmicos: citação e referência: ABNT da UNESP criado por Célia Regina Inoue ... et al. (INOUE, 2023).

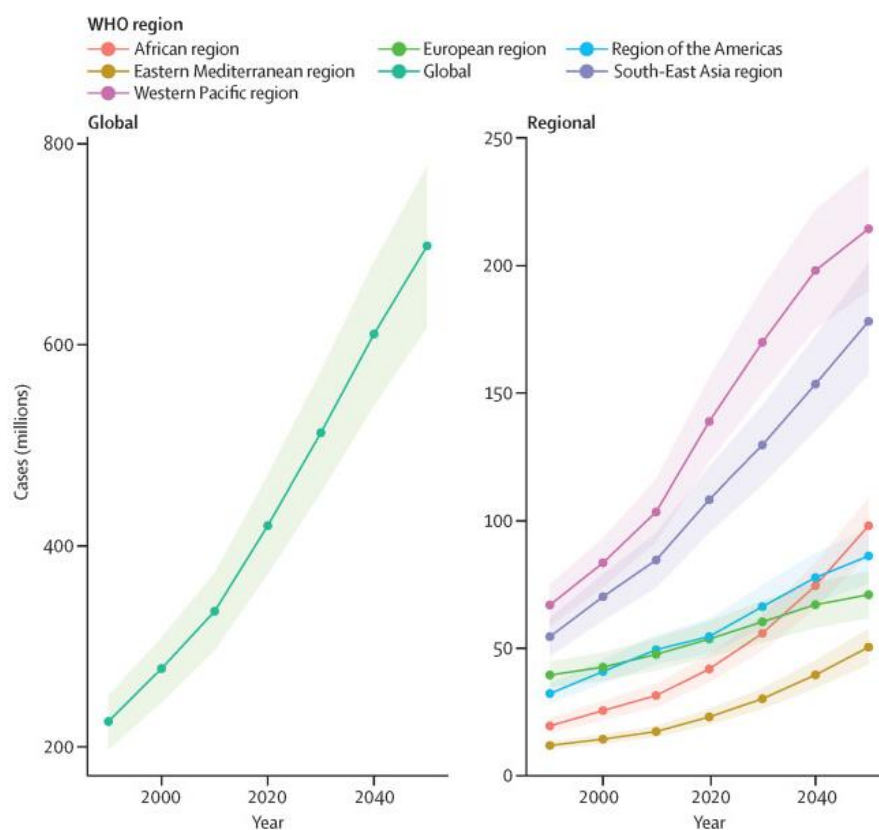
2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 As deficiências auditivas pelo mundo

De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization*), estima-se que, em 2030, cerca de 2,5 bilhões de pessoas terão problemas auditivos, dos quais 700 milhões precisarão de algum nível de reabilitação (ONU, 2023). O mesmo portal também descreve que aproximadamente 1 bilhão de adultos corre o risco de perda total da audição.

O Gráfico 1 apresenta uma pesquisa publicada na revista Lancet, indicando que, até 2050, cerca de 2,45 bilhões de indivíduos serão diagnosticados com algum nível de surdez. O maior percentual está projetado para a região africana, onde o número deve aumentar de 38,7 milhões para 98,08 milhões, um crescimento de 154,9%. Em termos globais, a região do oeste do Pacífico, que inclui China, Austrália e Filipinas, possui atualmente o maior número de casos, com cerca de 150 milhões de pessoas, podendo alcançar aproximadamente 230 milhões em 2050 (Lancet, 2019).

Gráfico 1 - Projeção de pessoas com problemas auditivos por região



Fonte The Lancet - 2019

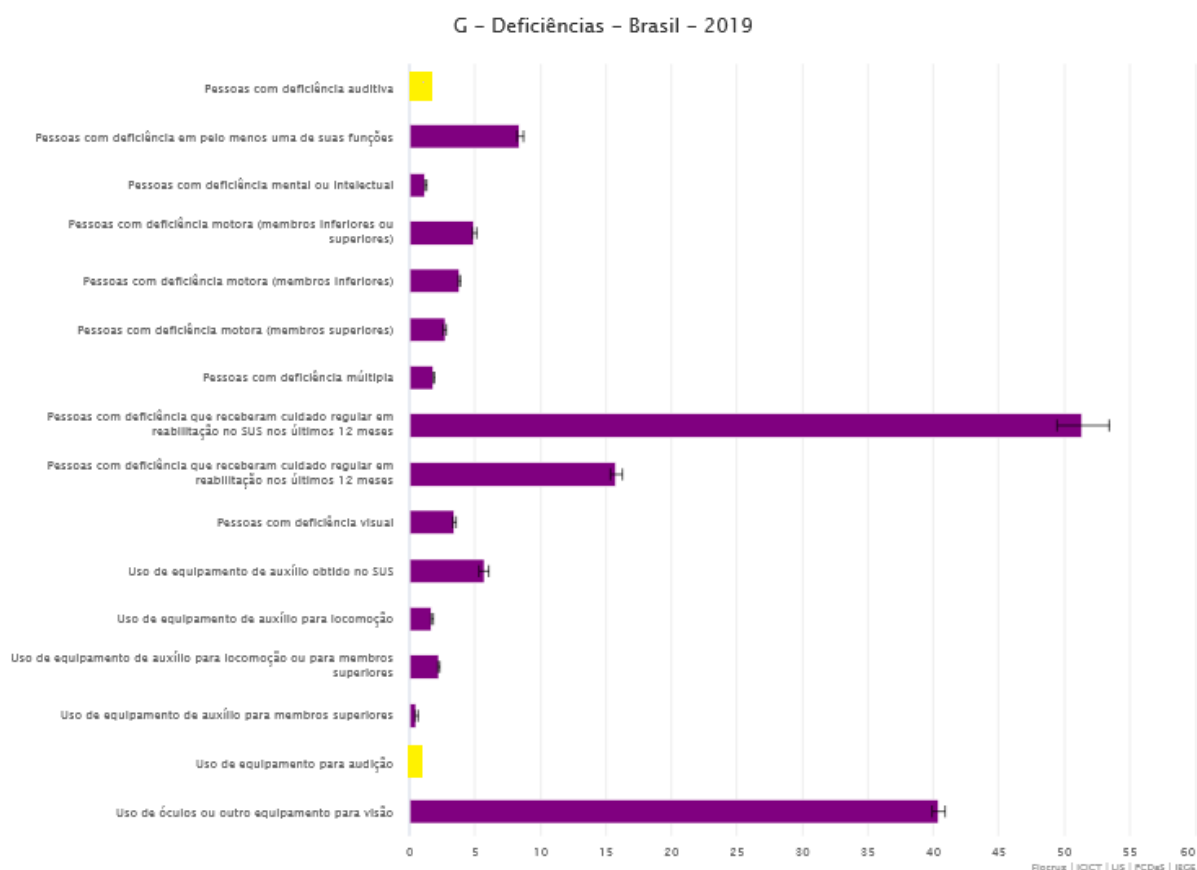
Alguns países como a Índia, vem promovendo diversas campanhas para o cuidado da população, como treinamento e desenvolvimento de médicos e enfermeiros para conseguir conscientizar a camada mais baixa da população, através de programas governamentais como NPPCD (Programa Nacional para Prevenção e Controle da Surdez). Alguns serviços para reabilitação e cuidados relacionado a problemas de audição, assim que detectados vem sendo oferecidos pelo governo indiano (NPPCD, 2023).

Nos Estados Unidos, há uma organização não governamental, conhecida como *National Deaf Center*, associada à Universidade do Texas, responsável por criar diversas estratégias para pesquisa, melhoria e investigação sobre a questão da surdez (NDC, 2023). Há também regulações geridas pelo departamento de educação americano que provê todas as condições para que os surdos consigam estudar gratuitamente desde sua infância até o ensino superior, além de todo apoio necessário a família para que este processo aconteça (DSE, 2022).

2.2.1 As deficiências auditivas no Brasil

Segundo a última pesquisa nacional de saúde, realizada em 2019 pelo Ministério da Saúde (PNS/Fiocruz,2019), cerca de 8,4% da população brasileira acusou algum tipo de surdez, sendo que 1,1% respondeu que possuía algum nível de surdez. O Gráfico 2 relata sobre as deficiências no Brasil:

Gráfico 2 - Deficiências no Brasil



No Gráfico 2, em cor amarela, observam-se os índices de pessoas que possuem algum nível de dificuldade auditiva ou que utilizam algum equipamento auditivo. Em números absolutos, isto corresponde a 2.4 milhões de brasileiros relatando algum tipo de dificuldade auditiva e cerca de 1.76 milhão de pessoas já se beneficiam de algum dispositivo para melhoria da audição.

2.2 A surdez

A surdez é o nome dado ao indivíduo que possui impossibilidade ou dificuldade de ouvir (BVS, 2023). Ainda segundo a BVS (Biblioteca Virtual em Saúde), podemos classificar a surdez em cinco tipos:

- Ligeira: A palavra é ouvida, mas alguns termos escapam ao indivíduo, sendo esta condição não causadora de atrasos na aquisição da linguagem;
- Média: A palavra é ouvida em uma intensidade muito forte, há dificuldades na aquisição da linguagem, há dificuldade em falar ao telefone e necessita de leitura labial para compreensão do que é dito;
- Severa: Neste caso, a palavra em tom normal não é percebida, sendo necessário falar muito alto para ser ouvido e há intensidade de leitura labial. Os sons são ouvidos somente acima de 70 decibéis;
- Profunda: Não há sensação auditiva, dificuldade intensa na linguagem oral e neste caso, o uso de Língua de Sinais é aconselhado;
- Cofose: Surdez completa.

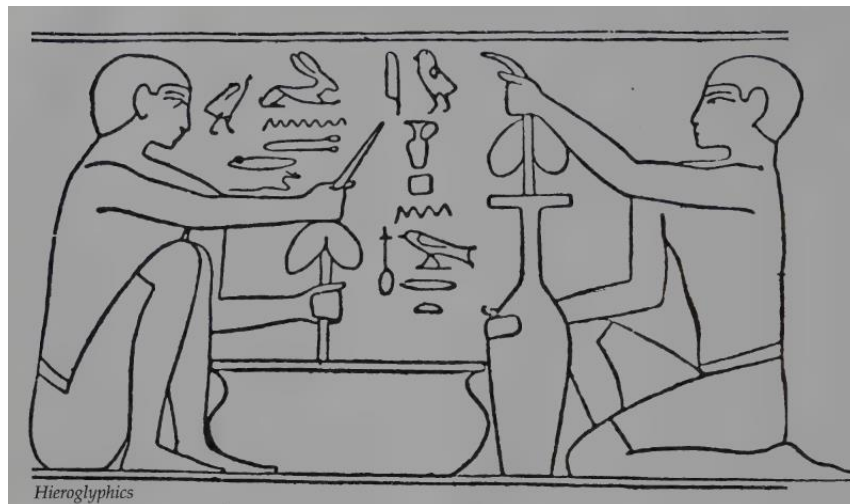
As causas da surdez podem ser as mais diversas, como problemas congênitos, nascimento prematuro, uso de antibióticos, infecções, entre muitos outros. Existem tratamentos através de medicamentos, cirurgia e o uso de aparelhos em casos mais severos, mas dependendo da causa, não há tratamentos e o aprendizado de língua de sinais é recomendado (USP, 2012).

2.2.1 A surdez - Histórico

Ao longo da história, a surdez já foi considerada uma característica extremamente favorável. Em alguns momentos, os surdos já foram tratados como divindades e em outros, foram simplesmente excluídos da sociedade (FISCHER, 2023).

No Egito antigo, em 1400 a. C. , o silêncio e o comportamento peculiar dos surdos era considerado como divino, sendo eles educados e fortemente integrados na sociedade egípcia. Há uma teoria sugerindo que os próprios hieróglifos, como observado na Figura 1, eram utilizados para ensinar os surdos (ERIKSEN, 1993).

Figura 1 – Hieróglifos simbolizando animais e alimentos



Fonte: Eriksson 1993

Na Grécia antiga, cerca de 200 a.C., os surdos enfrentaram muitas adversidades, visto que, devido a cultura estética e servência ao estado a capacidade física e mental eram essenciais. Os indivíduos que apresentassem mudez, falta de um membro, surdez, ou qualquer um que fosse considerado um fardo pela sociedade deveria ser eliminado (ERIKSSON, 1993).

A primeira lei que se tem registro sobre os surdos, remonta ao Código Judaico a partir do século VI d.C., relata que os surdos e mudos não tinham direito nem obrigações na sociedade romana. Como na época o casamento entre famílias surdas era muito comum, houve diversos problemas relacionados a heranças e ou elaboração de contratos (FISCHER, 2023).

2.2.2 A surdez na Europa e nos Estados Unidos

Na Europa, à medida que a educação foi se desenvolvendo, cada região foi criando uma maneira de realizar a inclusão do surdo na sociedade. A educação do surdo ficava normalmente sobre responsabilidade da família e um dos pioneiros a considerar um sistema teórico comum, para a educação de surdos foi Giovanni Battista della Porta, em 1563 na Itália (ETHNOLOGUE, 2023).

Já em 1579, em alguns monastérios em Florença, os monges tinham o costume de se comunicar em gestos, o que possivelmente remonta a um precursor na língua de sinais. A Figura 2, demonstra um alfabeto manual da mesma época (ETHNOLOGUE, 2023).

Figura 2 - Sinais utilizados no monastério de Yebra's 1579



Fonte: The History of Deaf People - 1993

Na França em 1730, um jovem aspirante ao sacerdócio chamando Abbé de l'Épée, se tornou advogado e posteriormente apesar de refutar algumas ideias teológicas conseguiu o título de abade (DEAF HISTORY, 2021). Paralelamente, estudou filosofia, línguas estrangeiras, medicina e por fim acabou tornando-se professor e dedicando-se ao ensino dos surdos. Em certo momento, ao tentar demonstrar um livro para duas meninas surdas, sugeriu criar o que chamou de “sinais sistematizados” para certas funções da gramática, iniciando-se assim o primeiro modo para a comunicação com os surdos de maneira de fato prática (DEAF HISTORY, 2021).

De l'Épée, juntou todas as suas economias e com seu novo método, criou a primeira escola para surdos, destinada principalmente aos mais desfavorecidos e que

mais tarde se tornaria a referência mundial para grande parte das línguas de sinais espalhadas pelo mundo (DEAF HISTORY, 2021).

Por volta de 1816, Laurent Clerc chegou aos Estados Unidos vindo da França, exercendo influência imediata para os professores americanos. Ele e Thomas Gallaudet fundaram em 1817 a American Asylum for the Deaf, na cidade de Hartford. O sistema francês obteve grande influência na chamada ASL (American Sign Language). Desde então, o instituto Gallaudet vem se aperfeiçoando e atualmente é considerado como única Universidade exclusivamente destinada para surdos (SACKS, 1993).

2.2.3 A cultura surda

Atualmente, o desafio da pessoa surda é a inclusão de maneira simples e direta. Quando relatamos sobre o surdo, principalmente na infância, a confirmação da surdez acaba sendo muito mais do que um diagnóstico médico; é um fenômeno cultural com padrões e problemas sociais, emocionais, linguísticos e intelectuais que estão ligados.

Uma das análises mais interessantes é relatada sobre a ilha de Martha's Vineyard, Massachusetts, onde uma comunidade surda se estabeleceu desde 1690 e ao longo dos anos criou seu próprio meio de se comunicar. Todos os seus habitantes, em algum momento, necessitaram aprender a língua de sinais local e os habitantes sempre tiveram a sensação de que não tinham nenhum problema, todos realizavam suas atividades diárias de maneira comum. (SACKS, 1993).

Dentre todos os relatos, é necessário citar um trecho para ter-se uma ideia do que era viver naquela comunidade:

“... aquela senhora, na casa dos noventa anos, mas esperta como só ela, às vezes mergulhava num sereno devaneio. Quando isso acontecia, poderia parecer que ela estava tricotando, com as mãos fazendo movimentos complexos e constantes. Mas sua filha, também usuária da língua de sinais, disse-me que a mãe não estava tricotando, e sim conversando consigo mesma, na língua de sinais. E mesmo dormindo, fui informado ainda, aquela senhora às vezes esboçava sinais fragmentários nas cobertas — estava sonhando na língua de sinais. Fenômenos como esses não podem ser vistos como meramente sociais. É evidente que, se uma pessoa aprendeu a língua de sinais como primeira língua, seu cérebro/mente a fixará, e a usará, pelo resto da vida, ainda que a audição e a fala sejam plenamente disponíveis e perfeitas.” (SACKS, 1993, p. 23)

A cultura surda é algo muito além da compreensão de quem não pertence a essa comunidade. A Universidade Gallaudet, talvez seja um dos melhores exemplos de locais onde ela existe atualmente de maneira mais imersiva. Sacks relata em sua visita:

“Tive de assistir a aulas de filosofia e química dadas nessa língua; tive de ver o absolutamente silencioso departamento de matemática em funcionamento, ver no campus os bardos surdos, a poesia na língua de sinais e a abrangência e profundidade do Teatro Gallaudet; tive de ver a fascinante ciência social no bar dos estudantes, com mãos voando em todas as direções no decurso de uma centena de conversas distintas tive de ver tudo isso pessoalmente antes de poder ser demovido de minha anterior “visão médica” da surdez.” (SACKS, 1993, p.66)

No Brasil, atualmente além dos meios legais que incluem o surdo em todas as esferas da sociedade, há diversas leis como a lei nº 10.098 criada em 19 de dezembro de 2020 que estabelece normas em relação à barreira urbanística, arquitetônica, nos transportes, além de buscar eliminar barreiras nas comunicações e na informação, entre outros (BRASIL, 2005).

Hoje em dia, há algumas fundações como é o caso da FUNCRAF (Fundação para o Estudo e Tratamento das Deformidades Craniofaciais), espalhadas em algumas cidades do Estado de São Paulo, que tem o objetivo de promover a integração e auxiliar em todo o processo de pessoas que tenha alguma questão relacionada à audição (FUNCRAF, 2023).

2.3 A Língua de sinal

2.3.1 Histórico

O registro mais antigo que se tem conhecimento é na Grécia antiga, onde Platão (427-347 a.C.) em seu diálogo “Cratylus”, menciona que os surdos se expressavam em gestos e movimentos, representando aquilo que é leve levantando a mão para cima ou descrevendo um cavalo a galope através de seu movimento (ERIKSSON, 1993).

Ao longo da história, antes do marco inicial da escola De l'Épée, os surdos, mesmo que rudimentarmente deveriam ser oralizados com a língua pátria, o que sempre deixava a comunicação pouco fluida com os demais (SACKS, 1993).

As línguas de sinais, em relação às línguas orais têm um desenvolvimento bastante recente, especificamente desde os anos 60, William Stokoe demonstra que línguas de sinais podem ter elementos mínimos, que se combinavam para a produção de um número ilimitado de sinais, o que a torna extremamente eficaz em termos de comunicação (STOKOE et al. 1965).

Atualmente, existem mais de 150 línguas de sinais espalhadas pelo mundo, normalmente baseadas em características locais, além de dialetos locais, como é o caso da própria Língua Brasileira de Sinais (Libras) que possui variação regional em alguns sinais (Ethnologue, 2022).

2.3.2 Sobre linguagem e línguas

A linguagem, vem da maneira como os seres se comunicam de maneira artificial ou não. Daí podemos entender como linguagem de programação, linguagem matemática, linguagem corporal etc. Já o termo língua, se refere a um idioma, dialeto, como o português, grego, japonês etc. (GRAÇA, 2012). Chauí deixa bem claro esta relação devida à natureza da linguagem:

Uma primeira divergência surgiu na Grécia: a linguagem é natural aos homens (existe por natureza) ou é uma convenção social? Se a linguagem for natural, as palavras possuem um sentido próprio e necessário; se for convencional, são decisões consensuais da sociedade e, nesse caso, são arbitrárias, isto é, a sociedade poderia ter escolhido outras palavras para designar as coisas. Essa discussão levou, séculos mais tarde, à seguinte conclusão: a LINGUAGEM como capacidade de expressão dos seres humanos é natural, isto é, os humanos nascem com uma aparelhagem física, anatômica, física, nervosa e cerebral que lhes permite expressarem-se pela palavra; mas as LINGUAS são convencionais, isto é, surgem de condições históricas, geográficas, econômicas e políticas determinadas, ou, em outros termos são fatos culturais. Uma vez constituída uma língua ela se torna uma estrutura ou um sistema dotado de necessidade interna, passando a funcionar como se fosse algo natural, isto é, como algo que possui usa as leis e princípios próprios, independente dos sujeitos falantes que a empregar. (CHAUI, 2000, p 176).

Podemos verificar, que neste caso, a comunicação entre gestos pode ser considerada uma “língua de sinais”, que foi artificialmente criada pelo homem, a fim de suprir uma necessidade, devido a um fator inerente à sua vontade, no caso a surdez (BAGGIO, 2012).

2.3.4 As línguas de sinais no Brasil

Assim como diversas línguas de sinais europeias e a americana, a Língua Brasileira de Sinais (Libras), tem forte origem na escola francesa. Em 1855, um surdo francês de nome Ernest Huet, antigo diretor de uma instituição para surdos na França, desembarca no Brasil com apoio de Dom Pedro II disposto a criar o que foi considerada a primeira escola para surdos brasileiros, dando origem em 1857 a fundação do Instituto Nacional de Educação do Surdo (INES), situada na cidade do Rio de Janeiro, onde permanece até os dias atuais (INES, 2023).

A Libras não foi a primeira língua de sinais em território brasileiro, pois de acordo com Lucinda Ferreira Brito (1984), os índios Urubu-Kaapor, habitantes do Estado do Maranhão, foram afetados pela surdez em algum momento de sua história, assim criaram um meio próprio de comunicação através de sinais, muito antes do desenvolvimento da Libras (BRITO, 1984).

O INES, por ser a única escola para surdos da América do Sul recebeu muitos alunos do Brasil e exterior, tornando-se referência para assuntos dedicados a educação, profissionalização e socialização dos surdos (INES, 2023).

Na década de 1980, foi criada a FENEIS (Federação Nacional de Educação e Integração dos Surdos), o que significou um grande avanço em favor da defesa dos direitos dos surdos (FENEIS, 2023).

No ano de 1993, um projeto de Lei deu origem a uma longa batalha que reconhece no dia 24 de abril de 2002 a Língua Brasileira de Sinais e somente em 2005 regulamentou este decreto. Um dos destaques é o oferecimento de educação aos surdos com a Libras como primeira língua e a Língua Portuguesa como segunda língua (BRASIL, 2005).

2.4 Oralidade versus Língua de Sinais

As línguas de sinais não são meramente a “tradução” letra por letra de um termo, o que é conhecido como datilogia. Nas línguas de sinais, cada palavra tem seu próprio significado, com seu próprio sinal. As palavras como nomes próprios, lugares, siglas e em último caso um termo não descrito na língua de sinais podem utilizar-se de datilogia. (GESSER, 2009).

No Brasil, o alfabeto manual é composto por 27 fonemas incluindo a cedilha, como pode ser visto na Figura 3, sendo que cada formato da mão corresponde a uma letra do alfabeto.

Figura 3 - Sinalário do Alfabeto em Libras



Fonte: MIKI - Escrita de Sinais - 2017

As línguas de sinais possuem configurações distintas conforme o país, além de suas variantes regionais como acontece no Brasil. Na Figura 4, é demonstrado o exemplo do alfabeto britânico, americano e sueco.

Figura 4 - Alfabeto Manual em Britânico, Americano e Sueco



Fonte: Libras que língua é essa - 2012

Entretanto, de acordo com Gesser (2012), o indivíduo que não conhece a soletração de sua língua local terá as mesmas dificuldades de um indivíduo iletrado ouvinte (GESSER, 2012).

2.5 Comunicação através da língua de sinais

Na comunicação verbal, há basicamente um interlocutor, que defere algum conjunto de palavras procurando expressar algum acontecimento, sensação etc., e o ouvinte recebe a informação e responde (QUADROS, 2007).

Por outro lado, na comunicação entre surdos, um interlocutor produz sinais através das mãos, expressões faciais, pelo tronco ou pescoço, todos juntos ou somente com as mãos. Em seguida, o receptor da mensagem responde com os sinais apropriados. Em muitas situações, é observada a fala dos interlocutores ao mesmo tempo em que sinalizam, sem que essa simultaneidade produza qualquer “ruído visual”(BAGGIO, 2012). A Figura 5 exemplifica este contexto.

Figura 5 - Conversa em Libras



Fonte: Acessibilidade na prática - 2022

Mas a comunicação não fica restrita entre surdos e surdos. No Brasil, o contato linguístico e multilinguístico pode ser percebido entre a pluralidade, miscigenação e multiculturalidade do povo brasileiro. Todo idioma sofre influência de outros povos, e a Libras não é diferente, especialmente porque qualquer língua de sinais será a minoria em relação a uma comunidade, assim, a Libras possui muita influência em sua concepção da Língua Portuguesa (SEGALA, 2012).

Todavia, o uso de tecnologias, tem proporcionado o contato de surdos com outros surdos, à distância, mas esta comunicação ainda depende exclusivamente de uma língua predominante, excetuando-se as tecnologias que permitem algum contato através de vídeo (CLEALL, 2020).

O contato exclusivamente com uso de Libras, ocorre somente em escolas, comunidades ou centros de apoio para surdos, porém ainda fica restrito a grandes centros urbanos (CLEALL, 2020).

2.5.1 O aprendizado da língua de sinais

A declaração de Salamanca, criada por FOCAULT em 1994 e declarada num congresso UNESCO neste mesmo ano objetivou:

... informar sobre políticas e guias ações governamentais, de organizações internacionais ou agências nacionais de auxílio, organizações não-governamentais e outras instituições na implementação da Declaração de Salamanca sobre princípios, política e prática em Educação Especial. (MEC, 1994)

Esta declaração, direciona os parâmetros governamentais nas práticas para inclusão de políticas públicas, no âmbito internacional de países que fazem parte da UNESCO, em relação à educação, na perspectiva da Educação Inclusiva. A diretriz é voltada para práticas que motivam auxiliar pessoas com dificuldades, seja de maneira física, intelectual, social, emocional ou qualquer outra (MEC, 1994).

Baseado na declaração de Salamanca, o Brasil cria em 24 de abril de 2002 a lei nº 10.436, que reconhece a Libras como meio legal de comunicação, além de outros artigos, descreve que o sistema educacional deverá garantir que os cursos de Fonoaudiologia, Educação Especial e Magistério insiram a Libras como parte da grade curricular (BRASIL, 2002).

No ano de 2005, através de decreto nº 5.626 de 22 de dezembro entre vários pontos destaca-se:

Art3º, parágrafo 1º Todos os cursos de licenciatura, nas diferentes áreas do conhecimento, o curso normal de nível médio, o curso normal superior, o curso de Pedagogia e o curso de Educação Especial são considerados cursos de formação de professores e profissionais da educação para o exercício do magistério (PLANALTO, 2005);

Estas leis, regulamentam o uso, a difusão e obrigatoriedade do ensino da Libras no Brasil, tornando a Libras oficialmente a primeira Língua dos surdos, o que abre uma perspectiva essencial para a inclusão do surdo na sociedade

Ainda sobre a lei nº 5.626, podemos destacar o capítulo V, que estabelece regras para a formação de intérpretes de Libras para a Língua Portuguesa, mas somente em 2023, o trabalho do intérprete é regulamentado pela lei nº 14.704 (BRASIL. Lei 5.626 ,2023).

Diversas experiências relatam o ensino de Libras, mas seu aprendizado acaba sendo muito influenciado pelo seu meio de convivência e experiências anteriores ao ensino regular. Existem diversos estudos que relatam experiências, como é o caso do artigo publicado na revista diálogos da Universidade Federal do Mato Grosso que relata:

“No Brasil, dependendo do contexto, a Língua Portuguesa é constituída como Língua Materna, por sujeitos não surdos. Isto ocorre já nos primeiros contatos com esta linguagem que todos os recursos linguísticos, sejam eles biológicos ou não constituem a comunicação. Enquanto ao surdo, o processo não ocorre pelos mesmos canais de comunicação. O sujeito com surdez apreende o mundo e nele se expressa, majoritariamente, por meio do aspecto visual. (JUNIOR, 2014, p. 3)

A citação anterior, descreve a realidade da maioria dos sujeitos que buscam o aprendizado de Libras. A forma como cada um conhece o mundo e sua realidade é transformada devido ao contexto que ela está inserida, além de embasar a forma como o surdo aprende a se expressar.

Um outro estudo, realizado por Félix (2009), relata a experiência de uma professora ouvinte do ensino fundamental, fluente em Libras que recebe quatro crianças surdas em sua aula. O estudo alega que o maior aprendizado acaba ocorrendo na interação das crianças surdas, sendo que muitas vezes a criança, que possui mais

afinidade com a Língua Portuguesa, acaba auxiliando aquelas que possuem mais dificuldade (FÉLIX, 2009).

Na época da pandemia da COVID-19, um estudo feito por Lippe (2024), expôs que diversos Estados brasileiros realizaram várias adaptações de maneira contingencial para atender a demanda dos alunos portadores de necessidades especiais. Especificamente, no Estado de São Paulo, foi criado um centro de mídias, onde as aulas eram transmitidas com o apoio de um intérprete de Libras (LIPPE; CAMARGO; 2024).

2.6 A Língua Brasileira de Sinais

De acordo com a lei número 10.436, de 24 de abril de 2002 no seu artigo 1º diz: É reconhecida como meio legal de comunicação e expressão a Língua Brasileira de Sinais - Libras e outros recursos de expressão a ela associados. (BRASIL, 2002)

Apesar da lei ser instituída somente em 2002, a língua brasileira de sinais já vem sendo disseminada há mais de 160 anos no Brasil. Atualmente, o Brasil é reconhecido como uma nação bilingue sendo que o português e a Libras são os idiomas oficiais, os quais são fortemente incentivados desde a educação infantil até o ensino superior (BRASIL, 2022).

2.6.1 As Características da Língua Brasileira de Sinais

A Língua Brasileira de Sinais (Libras), assim como a maioria das línguas de sinais, é composta por gestos realizados com uma ou duas mãos, podendo ou não se utilizar da prosódia.

A estrutura gramatical da Libras possui algumas singularidades em relação às línguas oralizadas como descrito a seguir (QUADROS e KARNOOP, 2007):

- A ordem de sinalização para Libras segue o padrão SVO (sujeito-verbo-objeto) em grande parte das sentenças;
- Não possuem um gênero específico (masculino ou feminino);
- Os verbos sempre são apresentados no infinitivo e ligados a um substantivo temporal, quando necessário.

A comunicação efetiva em Libras não se pauta na soletração manual das letras, a chamada datilogia, cada sinal possui uma palavra correspondente. Em casos que não houver um sinal que represente a palavra, a datilogia deve ser utilizada, sendo que isto acontece em nomes próprios, países etc. (KUMADA, 2016).

Considera-se importante mencionar, que a Libras não é uma língua que depende ou é derivada da língua natal, pois tem características próprias, com suas próprias combinações e não possui uma limitação, sendo possível a comunicação de qualquer tipo de assunto e contexto (QUADROS KARNOPP, 2007).

Atualmente, temos mais de 14.500 sinais da Libras, além de suas variações regionais (CAPOVILLA, 2017). Para auxiliar na organização, subsidiar a formulação de políticas públicas e apoiar a sua implementação pelas esferas subnacionais de governo, há um órgão vinculado ao Ministério da Educação, o Instituto Nacional de Educação dos Surdos conhecido como INES (INES, 2023).

2.6.2 Ordem das palavras

Para que a comunicação ocorra, é necessário um motivo. Nesse sentido, entram em cena as chamadas "construções causativas", que se referem a orações que descrevem uma ação, que leva alguém a falar ou a realizar um gesto. Na comunicação cotidiana, costuma-se utilizar pronomes, substantivos, artigos e verbos, todos centrados em torno de um núcleo (QUADROS e KARNOPP, 2004).

Já em línguas de sinais, como Libras e no português, é comum o padrão SVO (Sujeito, Verbo, Objeto) como afirma Fernandes (1994). Para a autora:

“ao analisar as estruturas internas das sentenças na Libras, é possível perceber algumas regras específicas, como a ausência de preposição, de conjunções e de verbos de ligação.” (FERNANDES, 1994, p.223)

Figura 6 - Ordem da frase



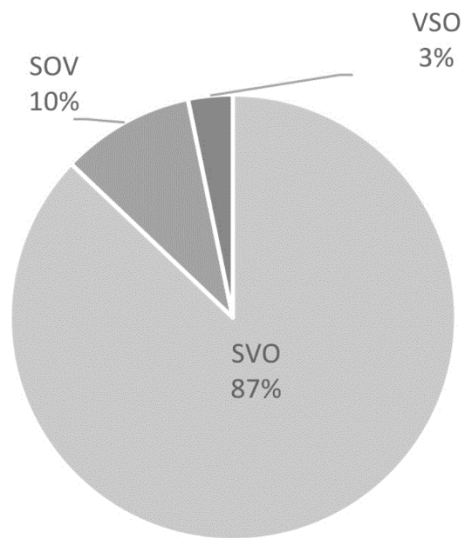
Fonte: QUADROS E KARNOPP - 2004

De acordo com Quadros e Karnopp (2004), ainda podemos afirmar que na comunicação entre surdos, a ordem SVO (Sujeito, Verbo, Objeto) é a mais utilizada (ver Figura 6), pois acaba abrangendo todas as formas de operações sintáticas associadas a algum tipo de marcação ou concordância.

Por outro lado, Quadros e Karnopp (2004), ainda sugere que a Língua Brasileira de Sinais apresenta uma grande flexibilidade, assim determinar uma ordem padrão não é algo assim tão trivial.

No ano de 2019, um estudo realizado por ROYER E QUADROS (2019), analisando a conversa entre quatro surdos da grande Florianópolis, mostrou que a ordem SVO foi a mais utilizada na maioria das sentenças. O estudo também indicou que em frases mais complexas ou com um nível de detalhamento maior na sentença, a ordem era alterada. O Gráfico 3 demonstra a incidência da ordem de frases detectadas no experimento (ROYER e QUADROS, 2019).

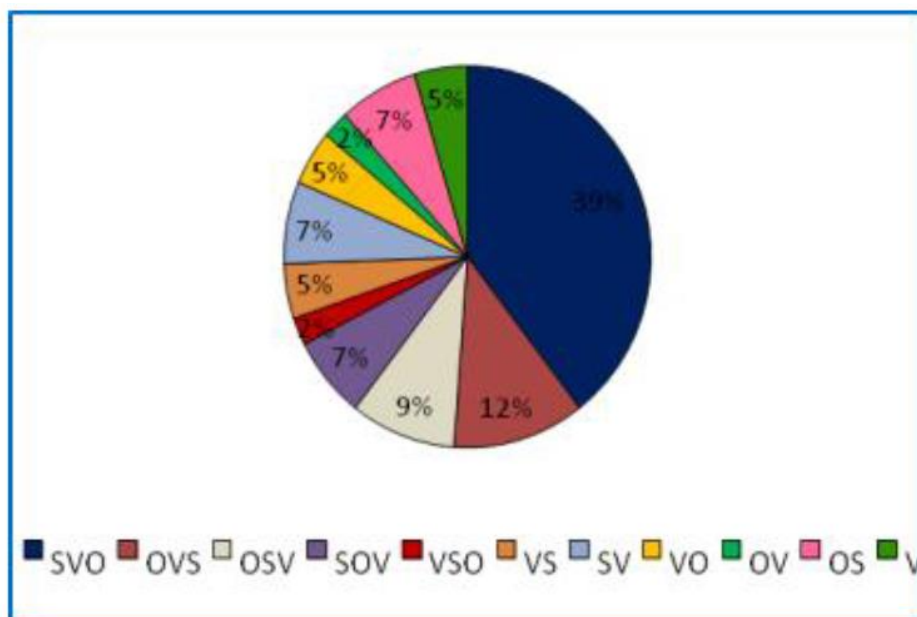
Gráfico 3 - Incidência da ordem das palavras



Autor: Royer e Quadros - 2019

Em 2022, uma pesquisa publicada na revista Philogus (2022), realizou um estudo semelhante ao de Royer e Quadros, com surdos acreanos. O resultado, mais uma vez, demonstrou que o padrão SVO foi predominante. O Gráfico 4 demonstra os valores encontrados nesta pesquisa (ARAÚJO, 2022):

Gráfico 4 - Ordem das Sentenças



Fonte: Araújo - 2022

2.6.3 Troca de turnos

Em estudo realizado por Arantes (2008), objetivando entender como duas pessoas trocam informações na Língua Brasileira de Sinais (Libras), foi demonstrado que no momento quando uma pessoa inicia uma conversa, faz-se uma pequena pausa e aguarda a outra pessoa responder, isto caracteriza a troca de “turnos” entre os conversantes.

Ainda de acordo com as pesquisas de Arantes (2008), a troca de turnos ocorre quando um conversante encerra sua estrutura da conversa e outro prossegue com a conversa. Esses turnos podem envolver a exploração de recursos fonéticos, lexicais, prosódicos, sintáticos e gestuais (LEITE, 2008).

GOMES (2021), aborda em seu artigo a questão sobre a troca de turnos como algo que não representa uma simples ação realizada de forma caótica. Pode-se destacar ainda, que os autores destacam que os conversantes falam um de cada vez, porém é comum a fala ao mesmo tempo, sendo a ordem dos turnos não fixa, ou seja, o mesmo interlocutor pode se expressar, realizar uma pausa e prosseguir com sua fala (GOMES , 2021).

2.6.4 Prosódia

A prosódia é uma característica da língua de sinais que une o sinal com as mãos, expressões faciais, tronco e pescoço. Muitas vezes, a prosódia pode caracterizar uma ênfase do sinal criado com as mãos. Ao contrário dos ouvintes, que dependem da entonação da voz, o surdo frequentemente utiliza este recurso para complementar ou representar o acento, o ritmo, a pausa, a entonação, a velocidade e os sentimentos das pessoas envolvidas na conversa (MACEDO e SANTOS, 2023).

A Tabela 1 destaca os sinais mapeados em Libras através do estudo de Ferreira e Brito (1995), demonstrando as configurações não manuais (FERREIRA e BRITO, 1995):

.

Tabela 1 - Expressões não manuais

LÍNGUA DE SINAIS BRASILEIRA 61 Expressões não-manuais da língua de sinais brasileira (Ferreira-Brito e Langevin, 1995)
Rosto Parte superior sobrancelhas franzidas olhos arregalados lance de olhos sobrancelhas levantadas Parte inferior bochechas infladas bochechas contraídas lábios contraídos e projetados e sobrancelhas franzidas correr da língua contra a parte inferior interna da bochecha apenas bochecha direita inflada contração do lábio superior franzir do nariz
Cabeça balanceamento para frente e para trás (sim) balanceamento para os lados (não) inclinação para frente inclinação para o lado inclinação para trás
Rosto e cabeça cabeça projetada para a frente, olhos levemente cerrados, sobrancelhas franzidas cabeça projetada para trás e olhos arregalado
Tronco para frente para trás balanceamento alternado dos ombros balanceamento simultâneo dos ombros balanceamento de um único ombro

Fonte: FERREIRA e BRITO - 1995.

A prosódia é parte importante da comunicação através da língua de sinais, mas acaba sendo um complemento do que é expresso através dos sinais manuais.

2.6.5 Classificadores em Libras

Os classificadores em Libras são morfemas¹ existindo em línguas orais e língua de sinais (BRITO, 2010). Basicamente, a função de um classificador em língua de sinais pode caracterizar objetos em relação a sua forma, quantidade e movimento de objetos, além de indicar sua posição no tempo e no espaço (QUADROS, 2007).

¹ Unidade linguística mínima que possui significado. Possui diversas derivações e podem ser divididos entre presos e livres. Livre é a palavra que possui seu próprio significado como bom, mar, etc. Os presos possuem sufixos ou prefixos como faz-er, nov-o, etc. (EDISCIPLINAS, 2018)

Pode-se utilizar os classificadores para substituir sinais que foram anteriormente apontando ações já descritas por outros sinais. Um exemplo seria a movimento de um carro passar pelo outro como descrito na Figura 7 (GODOI, 2016)

Figura 7 - Exemplo classificador em Libras



Fonte: GODOI - 2016

A figura 7 demonstra no último quadro, a ação do classificador, o qual não se repete o sinal de carro, aqui representado no primeiro quadro.

Segundo BRITO (2010), os tipos de classificadores podem ser exemplificados da seguinte forma:

- Por entidade: Podem representar pessoas, animais ou objetos;
- Por posição: Acima, à direita, abaixo;
- Por movimento ou localização: no ar, na terra, trajetória de um objeto;
- Por instrumentos: segurar um objeto, movimento de um objeto;
- Por forma e tamanho: objetos altos, largo, de forma irregular, bonitos e bons.

De maneira geral, os classificadores são utilizados em conjunto com outros sinais, sempre complementando o sentido de outros sinais.

2.6.6 O aprendizado de Libras

O contexto em que a pessoa está inserida, seu nível de aprendizagem da língua pátria, sua idade, sua escolaridade e até seu nível de surdez podem influenciar muito quais termos a pessoa conhece ou como poderá se dar o aprendizado, inclusive se a pessoa nasce surda, ficou surda ou deseja aprender a Libras como segunda língua.

Um dos expoentes do ensino de Libras no Brasil é o Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES), que de acordo com sua página na internet declara:

O Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES) é reconhecido, na estrutura do MEC, como centro de referência nacional na área da surdez, exercendo os papéis de subsidiar a formulação de políticas públicas e de apoiar a sua implementação pelas esferas subnacionais de Governo. Como instituto de educação, atende estudantes desde a Educação Infantil até o Ensino Superior, além de apoiar a pesquisa de novas metodologias para serem aplicadas no ensino da pessoa surda e atender a comunidade e os alunos nas áreas de fonoaudiologia, psicologia e assistência social. O instituto ainda ajuda a inserir o surdo no mercado de trabalho por meio de ensino profissionalizante e estágios. (INES, 2024).

O aprendizado de Libras normalmente inicia-se com o ensino da chamada datilografia, posteriormente o ensino de sinais básicos como cumprimentos, alimentos, verbos principais, mas depende muito do contexto em que a pessoa está inserida (GESSER, 2010).

Um artigo publicado por Figueira (2012), sugere que o ensino eficaz de Libras não deve acontecer de forma compartimentada, mas que inicialmente se constrói um rol de expressões que se aplicam a situações da vida. (FIGUEIRA, 2012).

2.7 A tradução para Libras

2.7.1 A questão sobre a tradução

Como demonstrado no Capítulo 2, o surdo vem alcançando um papel de protagonismo nos últimos anos. No Brasil, após a oficialização da lei de Libras, diversas políticas públicas brasileiras vêm sendo criadas para uma maior imersão e disseminação da Libras no ensino.

Em todos os momentos, a família tem sido o pilar dessas pessoas, pois a comunicação e a tradução para os ouvintes sempre começam dentro de casa. O papel dos intérpretes, tem sido um papel extremamente importante para a inclusão em todos os ambientes e mais recentemente o uso de tecnologias de apoio através de utilização de softwares para converter o idioma para o sinal.

O artigo publicado por GOMES (2021), apresenta a seguinte definição sobre a tradução:

A tradução é uma atividade de natureza complexa, centrada na transferência de material textual, de significados e sentidos, entre línguas distintas e/ou mesma língua que, apesar de ser um hiperônimo, apresenta suas características e particularidades. (GOMES , 2021, p.2)

No caso da Libras, além dos sinais manuais envolvidos, há a questão da prosódia, o contexto da conversa e a alteração da ordem das palavras. Estes fatores tornam o processo de tradução mais robusto, assim a mera conversão da palavra em sinal manual nem sempre é o suficiente para a devida compreensão do surdo.

Os desafios para a tradução de um idioma para a língua de sinais são enormes, assim como o processo reverso, sendo o papel do intérprete fundamental na comunicação.

2.7.1 O trabalho do intérprete

No ano de 2023, a Lei nº 12.319 regulamenta a profissão de tradutor, intérprete ou guia-intérprete de Libras para a Língua Portuguesa ou vice-versa. Este trabalho, mesmo que de maneira informal, já vinha sendo realizado há muitos anos, em locais onde houvesse surdos.

O papel do intérprete de Libras vai muito além de uma mera conversão da frase por sinais, pois o intérprete incorpora o contexto do que está sendo falado para a língua de sinais. A citação a seguir apresenta uma relevante síntese sobre a função do intérprete:

·
·
“O intérprete da Língua Brasileira de Sinais é aquele que tomando a posição de sinalizador ou do falante, transmite os pensamentos, palavras e as emoções do sinalizador, servindo de elo entre as duas unidades de comunicação (BAGGIO, 2012, p.78).

Por outro lado, um estudo realizado por Gomes e Avelar (2021), acerca da tradução, relata entre outros pontos, que os próprios intérpretes frequentemente se sentem mais confortáveis em converter os sinais de português para Libras, do que o inverso, pois há diversos materiais e estudos em Língua Portuguesa que auxiliam neste

processo, mas que a conversão de Libras para a Língua Portuguesa ainda carece de mais estudos. (GOMES e AVELAR, 2021).

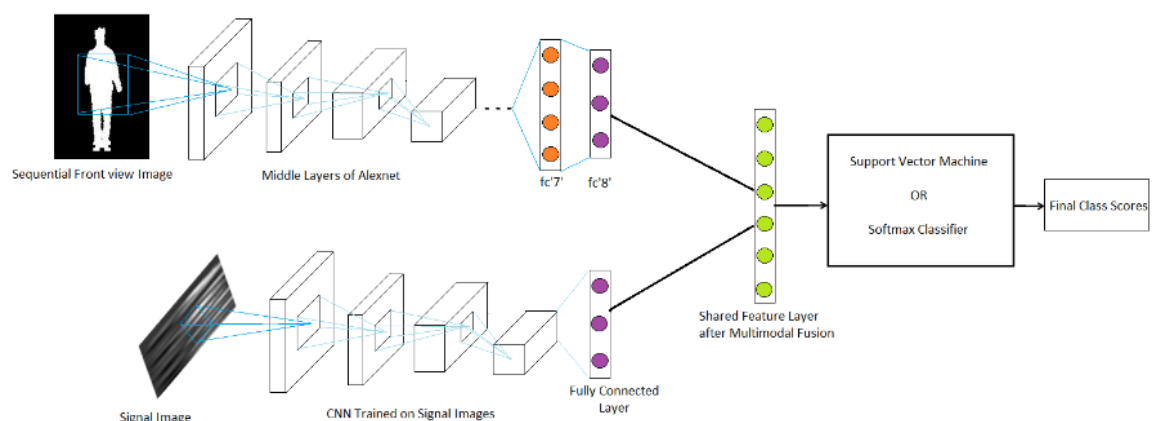
3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 O emprego de tecnologias no auxílio da comunicação com língua de sinais

Atualmente, existem tecnologias que auxiliam no processo para aprendizagem e apoio para língua de sinais, mas todas são exclusivamente voltadas para aqueles que tem a língua pátria como primeira língua. As ferramentas disponíveis ainda são todas limitadas para realizar a conversão de cada palavra em um sinal, sem se preocupar com as características da língua de sinal, resultando sempre na conversão do termo pelo sinal de um idioma.

Pelo mundo, existem alguns estudos que envolvem a conversão do sinal na língua predominante, como é o caso de Ahmad e Khan(2018), que utilizaram técnicas com uso de uma rede neural convolucional para detecção de imagens que eram captadas e transformadas em cada sinal, como demonstrado na Figura 8 (AHMAD e KHAN, 2018).

Figura 8 - Visão geral completa do método proposto por

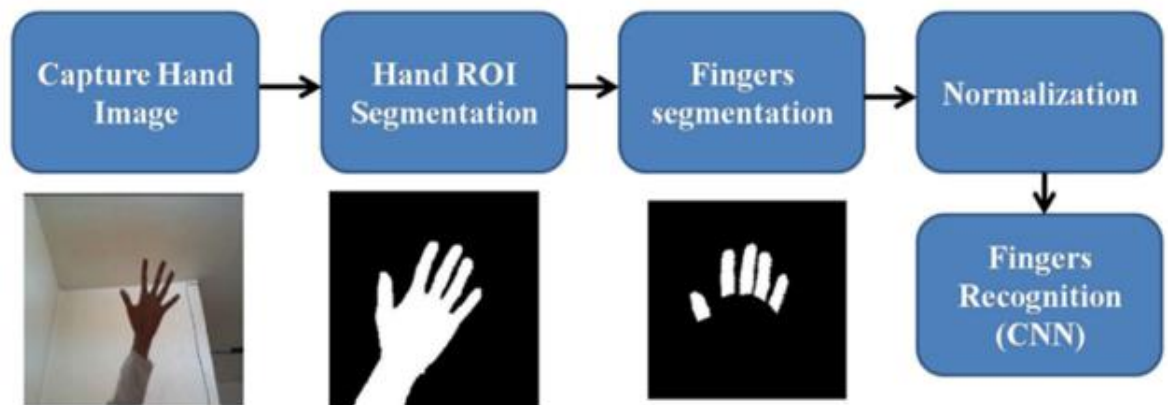


Fonte: AHMAD e KHAN - 2018

Sultan (2022), publicou um artigo em 2022 relatando suas pesquisas com diferentes técnicas de I.A. (Inteligência Artificial), porém com uso de captação de movimento das mãos através de *Kinect* e luvas com sensores acoplados. O estudo se

mostrou promissor, mas o autor destaca que ainda é preciso repensar a questão de como estes dados podem ser captados para se obter uma melhor assertividade nos treinamentos da I.A.. A Figura 9 demonstra o fluxo de execução deste projeto (SULTAN e tal, 2022).

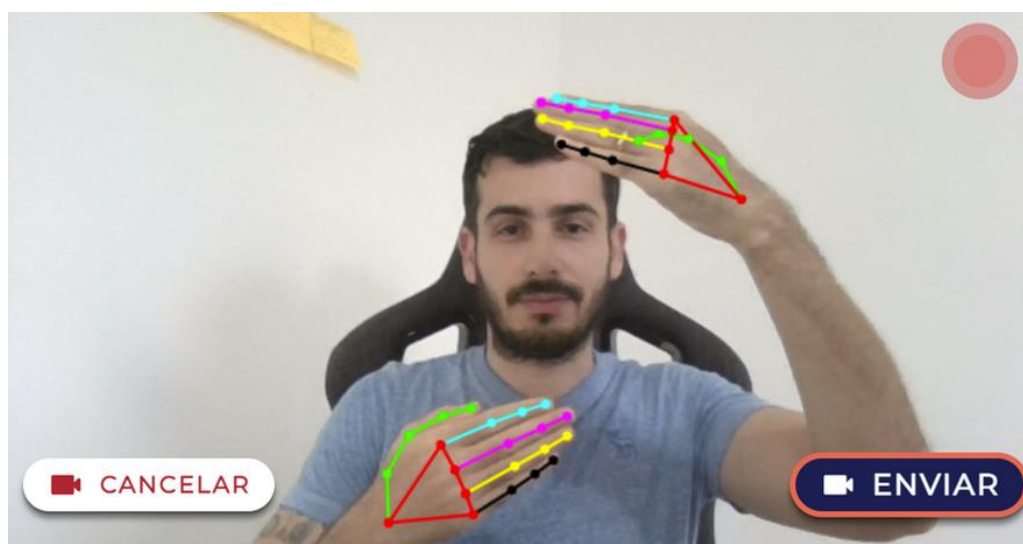
Figura 9 - Captação de sinais com sistema de reconhecimento utilizando ROI



Fonte: ROI SULTAN et. Al - 2022

Em 2023, o CESAR (Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife), em parceria com a Lenovo, mostrou um projeto que busca fazer tradução simultânea de palavras através de vídeo e Inteligência Artificial, porém ainda em contextos previamente definidos (CESAR, 2023). A Figura 10 ilustra o funcionamento demonstrando os sinais captados pela câmera e convertidos em termos da língua portuguesa.

Figura 10 - Projeto de acessibilidade criado pelo CESAR



Fonte: CESAR 2023

Em 2019, uma pesquisa publicada pela Universidade Gallaudet, relata a experiência da utilização com o uso do dispositivo Echo.Dot da Amazon acoplado a uma câmera. Este dispositivo utilizado com assistente pessoal, desde 2018 consegue interpretar comandos através da ASL (American Sign Language) (Devries, et al, 2019).

Figura 11 - Pesquisa com câmera associada a um iPad com o Echo Show



Fonte: Devries et. al - 2019

Neste experimento, exemplificado na Figura 11, foi executado dentro do contexto de uma cozinha, o qual consistiu de alguns voluntários realizarem sinais pedindo a criação de algumas receitas com as mãos sujas. O experimento resultou em 84% dos participantes eram a favor do uso ASL com dispositivos semelhantes, 64% dos participantes relataram algum tipo de dificuldade no uso de dispositivos e 85% relatou grande interesse em utilização de assistentes pessoais com uso do ASL. (DEVRIES, et al, 2019).

3.2 Aplicativos existentes para comunicação com uso de LIBRAS

No Brasil, há diversos aplicativos que visam realizar a tradução da Língua Portuguesa para Libras, ou mesmo apoiar de alguma maneira seu ensino. Nas próximas páginas são apresentados os que possuem maior difusão, segundo a plataforma *Google Play*.

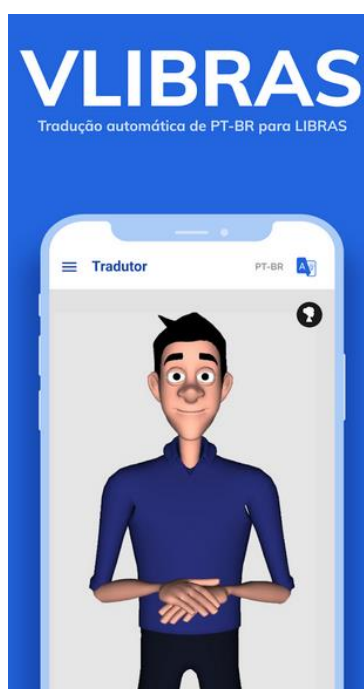
3.2.1 VLibras

Dentre os mais utilizados de acordo com a plataforma *Google Play*, com cerca de 100.000 downloads o aplicativo *VLibras*, é uma ferramenta desenvolvida pelo laboratório de aplicações de vídeo digital na Universidade Federal da Paraíba (*VLibras*, 2023).

Ainda de acordo com sua página na loja da *Google Play*, este aplicativo possui o objetivo de ajudar os surdos em suas atividades diárias na comunicação e padronização da Língua Brasileira de Sinais.

O aplicativo permite a digitação de textos em português e realiza a conversão de cada palavra em um sinal correspondente, que é exibido por um avatar, masculino (demonstrado na Figura 12) ou feminino.

Figura 12 - Tela principal do aplicativo Vlibras



Fonte: Google Play – VLibras – 2023

A plataforma *VLibras*, é utilizada em praticamente todas as esferas governamentais brasileiras que necessitam de tradução, além do aplicativo estar disponibilizado para a população no sistema operacional Android.

3.2.2 Hand Talk

O HandTalk é um dos aplicativos da categoria assistiva mais conhecidos no mundo. Possui vários prêmios conquistados, inclusive como o melhor aplicativo na categoria assistiva, eleito pela ONU em 2013. Possui mais de 1 milhão de downloads na loja da *Google Play*. (HandTALK ,2023). A tela principal é apresentada na Figura 13.

Figura 13 - Tela principal do App HandTalk



Fonte: Google Play – HandTalk - 2023

O HandTalk, utiliza-se dos personagens, conhecidos como Hugo e Maya, para realizar as traduções de texto para um sinal em Libras ou ASL (Língua de Sinais Americana), além de reproduzir em áudio o texto tanto para português como para inglês (GOOGLE PLAY, HandTalk ,2023).

Seu algoritmo é capaz de reconhecer diversas palavras e é extremamente completo, mas apesar de cumprir muito bem sua proposta, o aplicativo oferece a tradução e conversão de termos para o português sinalizado em Libras, ou seja, converte cada palavra no sinal correspondente em Libras ou ASL.

Atualmente, o aplicativo é oferecido para os sistemas operacionais *Android* e *IOS*, além de bibliotecas que podem ser integradas a sites e softwares desktop.

3.2.3 Análise sobre aplicativos existentes

Houve uma análise, realizada pelo próprio autor nos dois principais aplicativos para conversão de texto em Libras. Esta análise, baseou-se nas heurísticas de Nielsen para o design de interação. De acordo com Jacob Nielsen *“eles são chamados de “heurísticas” porque são regras gerais e não diretrizes específicas de usabilidade”* (NIELSEN, 2024).

Neste projeto, que resultou num artigo publicado no Congresso Brasileiro de Tecnologia Assistiva (CBTA), na cidade Florianópolis em outubro de 2023 (Gomes, Silva, Diniz, 2023), foram analisados em cada aplicativo: visibilidade do status do sistema, correspondência entre o sistema e o mundo real, controle e liberdade do usuário, consistência e padrões, prevenção de erros, reconhecimento em vez de lembrança, flexibilidade e eficiência de uso, design estético e minimalista, ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticar e recuperar-se de erros, ajuda e documentação.

Os aplicativos foram analisados com o uso de três smartphones, os quais utilizam as versões Android 8.1, Android 10 e Android 12. Já as versões dos aplicativos foram 3.4.14 do Hand Talk e a 4.0.3 do VLibras.

A Tabela 2 demonstra de maneira detalhada a percepção de cada aplicativo baseado nas heurísticas de Nielsen.

Tabela 2 - Análise através das Heurísticas de Nielsen

Heurística	Hand Talk	VLibras
1: Visibilidade do status do sistema	O personagem aguarda a interação do usuário, porém o usuário tem que buscar onde deve digitar a informação para a tradução.	O personagem aguarda a interação do usuário, porém o usuário deverá buscar onde se deve digitar a informação para a tradução.
2: Correspondência entre o sistema e o mundo real	O sistema faz o que se espera de um tradutor em português para Libras, mas nem sempre a tradução fica clara, por se tratar de um personagem fictício. Muitas vezes a imagem fica desfocada.	O sistema faz o que se espera para um tradutor, mas somente para traduções pontuais, visto que em alguns casos a tradução pode levar até 10 segundos.

Heurística	Hand Talk	VLibras
3: Controle e liberdade do usuário	Referente a tradução, após o usuário falar algum termo e tentar mudar a velocidade ou repetir o texto, o usuário deverá pressionar os botões da tela até descobrindo por si mesmo qual é a finalidade de cada um. Mesmo utilizando a função de digitação, o texto desaparece da tela após a primeira tradução, e caso o usuário esquecer o termo digitado, deverá redigitar.	Referente a tradução, devemos aguardar o término da tradução para qualquer interação, mas caso houver algum problema, de qualquer natureza, somente após o fechamento do aplicativo o usuário poderá interagir novamente. Esta questão ocorreu com maior frequência no smartphone com a versão do sistema operacional Android 8.1.
4: Consistência e padrões	Os aplicativos que realizam este tipo de tradução são semelhantes.	Os aplicativos que realizam este tipo de tradução são semelhantes.
5: Prevenção de erros	A partir do momento que o texto é digitado ou falado, o usuário obrigatoriamente deverá esperar a tradução e não há nada que interrompa o processo após o botão de tradução ter sido ativado, não importando a forma de entrada de dados.	Qualquer erro ocorrido durante a operação de tradução, ou navegação entre itens obrigam o usuário a fechar o aplicativo
Heurística	Hand Talk	VLibras
6: Reconhecimento em vez de lembrança	Visualmente o aplicativo possui simples assimilação, mas não há uma descrição clara da função de cada ícone ou menu.	Apesar de ser simples, o usuário deverá descobrir por si só o funcionamento, pois não há qualquer tipo de indicação dentro do software a respeito de sua utilização.
7: Flexibilidade e eficiência de uso	Em virtude de os ícones não possuírem uma descrição clara, o usuário deverá pressionar cada ícone para conhecer suas funcionalidades, como é o caso do botão da velocidade de tradução. A captação por voz funciona somente se houver conexão com a internet.	Após o usuário pressionar o ícone de tradução, o aplicativo abre uma nova tela para digitação, o que torna esse processo pouco prático. Além disso, o aplicativo não oferece a funcionalidade de captação da voz para a tradução em texto ou Libras.
8: Design estético e minimalista	Não se notou problemas nesta questão. Os ícones e o personagem estão alinhados na tela conforme o esperado	O design é simples, mas não há qualquer indicativo da funcionalidade de cada ícone.
9: Ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticar e recuperar-se de erros	O aplicativo é simples, porém não há indicação clara de qual ação está sendo executada em cada momento, somente após várias utilizações o usuário consegue aprender o funcionamento.	Qualquer erro ocorrido na utilização obrigará o usuário a fechar o aplicativo e recomendar sua utilização.
10: Ajuda e documentação	O aplicativo é de simples utilização, porém não há uma documentação específica sobre sua	Logo na primeira utilização, há um pequeno tutorial disponível para orientar o usuário. Além disso, existe um ícone que

	utilização. Embora existam alguns vídeos disponíveis no site, no aplicativo não há qualquer referência a esses vídeos ou acesso ao site.	direciona para alguns vídeos explicativos sobre a criação do aplicativo, porém, não se dedica ao ensino de sua utilização.
--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

De acordo com a Tabela 2, é possível constatar que os aplicativos mais utilizados apresentam algumas questões que podem dificultar o acesso e a disseminação do uso da tecnologia na Língua Brasileira de Sinais. Essas questões são especialmente evidenciadas nos tópicos 2, 3 e 7 da Tabela 02, uma vez que a função desses aplicativos é facilitar de maneira geral a comunicação. Quando surgem barreiras nessa comunicação, há uma tendência para que o usuário perca o interesse em utilizá-los, o que não se mostra favorável à disseminação e popularização do uso da Libras com apoio da tecnologia. Além disso, é perceptível que tais aplicativos ainda se concentram na ideia de "tradução" em vez de "comunicação", o que deveria ser o objetivo primordial destes projetos.

3.3 Sintetizadores de voz digital

Atualmente, existem softwares capazes de traduzir facilmente texto em voz, também conhecidos como TTS (Text to Speech) e voz em texto STT (Speech to Text), através da sintetização de voz com uso de bibliotecas. Além disto, a popularização da I.A., vem possibilitando a melhoria da precisão tanto na captação da voz, quanto na conversão do texto facilitando o desenvolvimento de novos projetos (NOTTA, 2024).

No momento da produção desta dissertação, existiam bibliotecas de sintetização de texto para aproximadamente 41 idiomas. Considerando que há cerca de 7100 idiomas no mundo, isso representa apenas 0,57% do total. Esse número não inclui os mais de 41.000 dialetos existentes. (Towards, 2021).

Em 2019, houve um estudo envolvendo pessoas com surdez alta ou profunda mensurando sua capacidade de entendimento apresentada por dispositivos que utilizavam bibliotecas disponibilizadas pelo Microsoft Translator Speech API e a disponibilizada pelo IBM Watson Speech to Text. Os dados mostram que as pessoas classificaram como boa a voz em casos que a voz produzida se aproximava de uma voz humana ou que os participantes soubessem do contexto da conversa e no geral consideraram a qualidade boa (GLASSER, 2019).

3.4 Tecnologias para Desenvolvimento

3.4.1 Linguagem de Programação Dart

A linguagem de programação Dart foi desenvolvida recentemente, sendo oficialmente disseminada a partir de 2011. Criada por engenheiros da Google, a linguagem tem uma grande adesão junto aos desenvolvedores mundiais, devido a ser uma alternativa interessante em relação a linguagem JavaScript (GOOGLE SYSTEM, 2011) .

Basicamente, a linguagem veio com a premissa de ser multiplataforma, combinando com uma execução flexível e direta em diversos tipos de hardwares. Além da execução para dispositivos móveis, a linguagem possui bases para execução para a Web, sendo que seu código pode ser convertido em tempo de execução para a linguagem Javascript, além da execução para Windows, iOS e Linux (DART-DEV, 2024).

A linguagem Dart é a base para criação do framework Flutter, disponibilizado para desenvolvimento multiplataforma (DART, 2024).

3.4.2 Framework Flutter

O Flutter é um conjunto de bibliotecas (framework) de código aberto, que possibilita o desenvolvimento rápido para sistemas multiplataforma em diversos dispositivos com compilação nativa.

Este framework é um ambiente que utiliza o paradigma orientado à objetos, porém permite a utilização de conceitos de linguagens estruturada, como funções (FLUTTER DEV, 2024).

A primeira versão do Flutter foi lançada em dezembro de 2018 com versões estáveis para dispositivos móveis e Web. Em maio de 2023 já alcançava mais de 1 milhão de Apps desenvolvidos (FLUTTER DEV, 2024).

Atualmente, os ambientes de desenvolvimento compatíveis incluem o Android Studio, VS Code e IntelliJ, além disso, estas IDEs permitem a incorporação de novos plugins para melhoria na produtividade do desenvolvedor.

3.4.3 Linguagem de Programação Python

A linguagem de programação Python desenvolvida em 1991 de alto nível. Basicamente é uma linguagem interpretada que pode ser utilizada em diversos tipos de dispositivos e tem alcançado muitos usuários. (PYTHON, 2024).

De acordo com o site TIOBE, a linguagem tem sido a mais utilizada desde 2023, como podemos verificar na figura abaixo.

Figura 14 - Ranking das Linguagens de Programação mais utilizadas

Oct 2024	Oct 2023	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		 Python	21.90%	+7.08%
2	3	▲	 C++	11.60%	+0.93%
3	4	▲	 Java	10.51%	+1.59%
4	2	▼	 C	8.38%	-3.70%
5	5		 C#	5.62%	-2.09%
6	6		 JavaScript	3.54%	+0.64%
7	7		 Visual Basic	2.35%	+0.22%
8	11	▲	 Go	2.02%	+0.65%
9	16	▲	 Fortran	1.80%	+0.78%
10	13	▲	 Delphi/Object Pascal	1.68%	+0.38%
11	9	▼	 SQL	1.64%	-0.15%
12	14	▲	 MATLAB	1.48%	+0.22%
13	20	▲	 Rust	1.45%	+0.53%
14	12	▼	 Scratch	1.41%	+0.05%
15	8	▼	 PHP	1.21%	-0.69%

Fonte: TIOBE (2024)

Esta linguagem, devido a sua simplicidade tem sido popularizada por pessoas que não são necessariamente da área de tecnologia, e isso tem aberto novas possibilidades para diversas utilizações. Atualmente devido ao grande número de bibliotecas disponíveis, sua utilização tem sido destinada desde algoritmos complexos no uso de aprendizado de máquina a sequenciamento genético com bioinformática. (PYTHON, 2024).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais utilizados para o desenvolvimento do aplicativo

A escolha do hardware para o desenvolvimento do protótipo foi uma opção do próprio autor, levando em consideração as questões de usabilidade e familiaridade com o ambiente, neste caso, contando apenas com requisitos necessários para a instalação do software de desenvolvimento:

- Computador para o desenvolvimento do aplicativo:
 - Sistema operacional Windows 10 ;
 - Processador Core I7 3° geração;
 - Memória RAM de 8GB;

Para os testes do protótipo inicial, optou-se pela escolha de um dispositivo com sistema operacional Android na versão 8.1 que utiliza a API 27. Isto possibilita um maior número de smartphones compatíveis com versões superiores. A Figura 14 demonstra que 93.9% dos dispositivos podem ser compatíveis com esta versão.

Figura 15 - Versões compatíveis com API Android

ANDROID PLATFORM VERSION		API LEVEL	CUMULATIVE DISTRIBUTION
4.4	KitKat	19	
5	Lollipop	21	99,7%
5.1	Lollipop	22	99,6%
6	Marshmallow	23	98,8%
7	Nougat	24	97,4%
7.1	Nougat	25	96,4%
8	Oreo	26	95,4%
8.1	Oreo	27	93,9%
9	Pie	28	89,6%
10	Q	29	81,2%
11	R	30	67,6%
12	S	31	48,6%
13	T	33	33,9%
14	U	34	13,0%

Fonte: Google Developers – 2024

- Smartphone para desenvolvimento do aplicativo:
 - Smartphone Asus Zenfone;
 - Android versão 8.1;
 - Processador Snapdragon com 1.4Ghz;
 - Memória RAM de 2GB.

Para o desenvolvimento do MVP, foi utilizado a IDE Android Studio Chipmunk NA versão 2021.2.1, com a utilização da linguagem de programação Dart e Framework Flutter com as seguintes especificações:

- Linguagem de Programação Dart versão 3.62;
- Framework Flutter versão estável 3.16.7.

As seguintes bibliotecas para Flutter foram utilizadas, escolhidas por sua melhor adaptação ao tipo de projeto, configuração de hardware e sistema operacional:

- Para a conversão de voz em texto foi utilizada a biblioteca “speech_to_text” na versão 6.1.1;
- Para habilitar permissões de hardware como microfone, gravação no cartão SD interno e externo, foi utilizada a biblioteca “permission_handler” na versão 10.4.3;
- Para permitir que a execução de rotinas em segundo plano seja interrompida, até que a execução do vídeo seja encerrada, foi utilizada a biblioteca “pausable_timer” na versão 2.0.0;
- A criação do banco de dados dentro do smartphone utilizou a biblioteca “sqlite” na versão 2.3.3;
- Foi utilizado diversos métodos para auxílio no controle da visibilidade do teclado, através da biblioteca “flutter_keyboard_visibility” na versão 6.0.0;
- Os métodos utilizados para a execução do vídeo e imagens, foram extraídos da biblioteca “video_player” na versão 2.6.1;
- Para a rotina de conversão do texto em voz, utilizou-se a biblioteca “flutter_tts” na versão 3.7.0;

- A rotina para gravação e recuperação de variáveis dentro do aplicativo, mesmo após o fechamento do aplicativo, foi criada com a utilização da biblioteca “shared_preferences” na versão 2.2.0;
- Foram utilizados métodos para exibição de ícones, com uso da biblioteca “animated_icon_button” na versão 1.0.2 e da biblioteca “line_icons” na versão 2.0.3;
- Os métodos utilizados para gestão dos tipos de conexão de rede, foram baseados na biblioteca “connectivity_plus” na versão 5.0.2;
- As rotinas que permitiram o acesso aos recursos do ChatGPT, foram implementadas com a biblioteca “chat_gpt_sdk” na versão 2.2.8;

Todas as bibliotecas citadas podem ser encontradas no site Pub.dev, acessível através do endereço <https://pub.dev>.

Para a criação de scripts voltados à padronização de palavras da Língua Portuguesa e sua compatibilização com o banco de dados, foi utilizada a linguagem de programação Python, versão 3.10.

A versão da Api para integração com o ChatGPT utilizada foi a versão GPT-4, através da geração de texto com *input* de até 500 caracteres por vez.

Para a aquisição dos verbos, foi utilizada uma lista com todas as palavras da Língua Portuguesa, no padrão ISO-8859-1, contida no site da IME-USP (IME-USP, 2023).

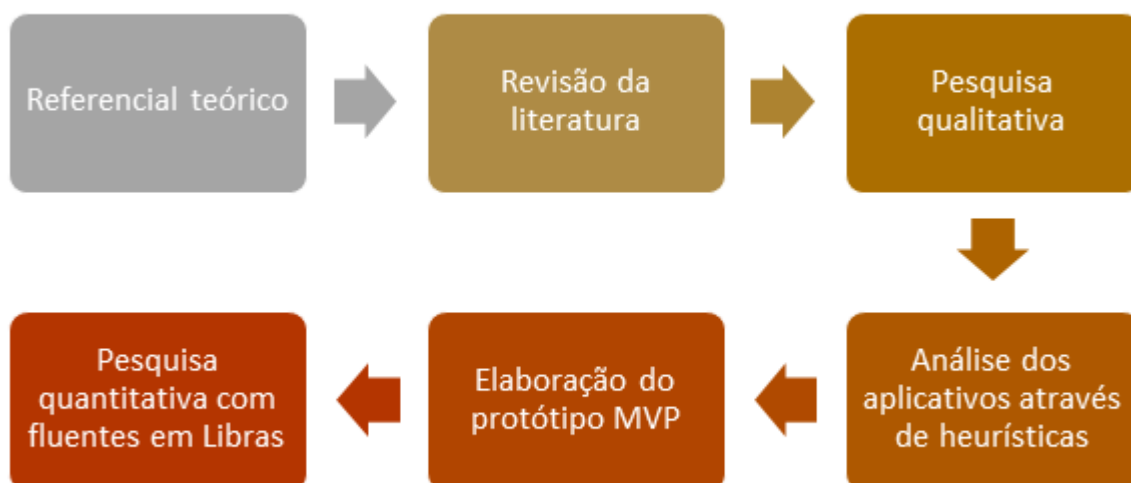
Na aquisição dos nomes próprios, foi utilizada uma base do IBGE disponibilizada em 2016 (**Censo**, 2016), totalizando os 20000 nomes mais comuns, no sexo masculino e feminino.

Os vídeos utilizados nesta dissertação foram cedidos pelo Instituto Nacional de Educação dos Surdos (INES, 2024), além dos gifs cedidos pelo Instituto Federal de Umuarama (IFPR , 2023).

4.2 Métodos

Após o embasamento teórico, foi realizada uma pesquisa qualitativa semiestruturada, no 4º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Assistiva (CBTA), ocorrido em novembro de 2023 na cidade de Florianópolis, com intérpretes da Libras, pessoas ligadas ao uso de tecnologias assistivas e fluentes em Libras. Para complementar este levantamento, houve pesquisas com professores e aprendizes da Libras na cidade de Itapetininga, São Paulo. A Figura 15 mostra o fluxograma dos processos ocorridos na metodologia.

Figura 16 - Fluxograma dos processos da metodologia



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Com intuito de obter-se uma melhor compreensão das tecnologias utilizadas para tradução de Libras, realizou-se uma análise através das heurísticas de Nielsen, nos principais aplicativos destinados a conversão da Língua Portuguesa para Libras, a qual originou um artigo publicado no CBTA.

Após toda esta pesquisa, foi desenvolvido um protótipo funcional em nível MVP, com o aplicativo destinado a melhoria da comunicação, aprendizado em Libras e utilização de Inteligência Artificial.

Finalmente, foi realizada uma pesquisa quantitativa com aprendizes da Libras, professores, intérpretes e surdos, objetivando mensurar a qualidade das traduções, principalmente no tocante a organização da frase.

5 DESENVOLVIMENTO

5.1 Design Thinking

As técnicas utilizadas para buscar o entendimento deste cenário foi baseado em metodologias para compreender o usuário com uso de *Design Thinking* e com atividades de *User Experience*.

O *Design Thinking* é um método utilizado em empresas, centrado no ser humano. Basicamente, o foco central é a combinação de diversas técnicas criativas que envolvam resolver problemas numa variedade de pontos de vista distintos (CHIPMAN, 2021).

A *User Experience*, possui sua ênfase na maneira que o usuário interage com o produto. Esta técnica pode-se utilizar de pesquisas quantitativas ou qualitativas, como também técnicas de coletas de dados até o desenvolvimento do produto (COCKTON, 2014).

Baseando-se nestas diretrizes, foi possível o desenvolvimento da pesquisa qualitativa, o processo de ideação com a criação da persona, o mapa de empatia e por fim a criação de um MVP funcional.

5.1.1 Descrição sobre a pesquisa qualitativa semiestruturada

A forma de pesquisa escolhida foi de ordem semiestruturada e ouviu cerca de 15 pessoas com mais de 10 anos de vivência no universo da Libras. As pessoas envolvidas foram intérpretes de Libras, professores da rede pública do estado de São Paulo, professores Municipais e do Instituto Federal da Cidade de Itapetininga, São Paulo. Os locais da entrevista ocorreram presencialmente no CBTA e nas escolas onde cada profissional atua.

A pesquisa foi baseada nos seguintes tópicos:

- Como você entende o uso das tecnologias no apoio ao aprendiz e o surdo?
- Quais são as principais barreiras encontradas na comunicação com a pessoa surda e o ouvinte?
- Descreva alguma experiência que marcou neste período.

O período envolvido para as conversas ocorreu entre novembro de 2023 e dezembro de 2023. As seguintes observações puderam ser constatadas:

- O uso das tecnologias atuais são fundamentais para o aprendizado, uma vez que há diversos sites que ensinam o vocabulário da Libras;
- O uso dos aplicativos atuais não condiz com a realidade do surdo, pois para que o surdo consiga sua utilização, obrigatoriamente ele deverá conhecer a Língua Portuguesa, o que não é realidade da maioria dos surdos, pois a primeira língua para o surdo é a Libras, excetuando-se aqueles que não nascem surdos e contraem a surdez ao longo da vida;
- Os aplicativos atuais são utilizados para os fluentes em Libras ocasionalmente como dicionários, seja para comparar ou verificar a existência de um sinal. O uso de sites que oferecem boas traduções é muito utilizado. Entretanto, o aprendiz que possui a Língua Portuguesa como idioma principal, costuma utilizar inicialmente os aplicativos com uma certa frequência, mas ao longo do tempo abandonam sua utilização;
- Os sites e ou softwares que realizam a conversão de um termo em Libras, acabam não sendo úteis para a conversa em tempo real com o surdo, pois basicamente o texto é lido palavra por palavra e transformado no sinal correspondente, mas a ordem não é alterada para o padrão SVO ou alguma de suas derivações. A questão do chamado português sinalizado não condiz com a realidade, nem ajuda o aprendiz, intérprete ou surdo entender de fato a mensagem que se pretende transmitir;
- O trabalho do intérprete é algo que transmite não só a conversão de palavras em sinais, mas sim o sentimento daquilo que está sendo transmitido. A interpretação do “ator-intérprete” é fundamental para a compreensão plena do assunto pelo surdo, sendo descrito por alguns intérpretes como algo “apaixonante” ou “sanguíneo”, pois transmite muito mais que uma ideia e sim uma proximidade do sentimento que aquela palavra ou contexto reflete naquele instante;
- Os sinais reproduzidos por avatares, não conseguem transmitir o movimento preciso das mãos, além disso, não realizam os movimentos corporais que complementam a ideia;

- Todos os entrevistados foram unânimes, ao relatar que a família tem papel fundamental no desenvolvimento do surdo e consequentemente, sua inserção na sociedade;
- Uma questão muito enfatizada, foi em relação ao regionalismo dos sinais apresentados, o que torna uma uniformidade de tradução de palavras algo muito relativo à sua localização;
- Todos os entrevistados relataram situações marcantes que resultaram na autonomia do surdo, sendo este o cerne da motivação da aquisição da Libras.

Baseado nestes relatos, pode-se constatar que o uso das tecnologias como sites e aplicativos devem ser utilizados como apoio. Todavia, até o momento não conseguem exercer a transmissão efetiva da comunicação ou mesmo conceder uma autonomia a pessoa surda se comunicar livremente com o ouvinte.

Considerando estes aspectos, o ouvinte se apoia na tecnologia para o aprendizado inicial e posteriormente realiza a consulta de novos sinais para melhoria de seu vocabulário. Já o surdo, pela razão de não conhecer o português na maioria dos casos, atualmente depende exclusivamente de uma pessoa que deva inicialmente ensinar a comunicação com sinais e posteriormente a Língua Portuguesa, sendo esta considerada um segundo idioma.

5.2 Desenvolvimento

5.2.1 Ideação

Baseado nas informações coletadas através da pesquisa qualitativa, a etapa de ideação foi criada utilizando duas técnicas:

Primeiramente, foi utilizada a técnica de criação de personas, que de acordo com o site Interacted Design Foundation diz:

Uma persona não é o mesmo que arquétipo ou uma pessoa. O aspecto especial da descrição de uma persona é que você não olha para a pessoa como um todo, mas usa o contexto de foco ou domínio dentro do qual está trabalhando, como uma lente para destacar as atitudes relevantes e o contexto específico associado à área de trabalho.(PERSONAS, 2023).

Posteriormente, foi utilizado a criação do mapa de empatia, que é um método criado por Dave Gray(2017), para entender melhor seu público, sejam eles usuários, fornecedores e outros envolvidos no ecossistema do negócio. Basicamente o método descreve os sentimentos, as dores e os objetivos dos envolvidos no projeto (GRAY, 2017).

5.2.2 Persona

A persona criada a partir dos dados coletados pode ser caracterizada como na imagem a seguir:

Figura 17 - Persona



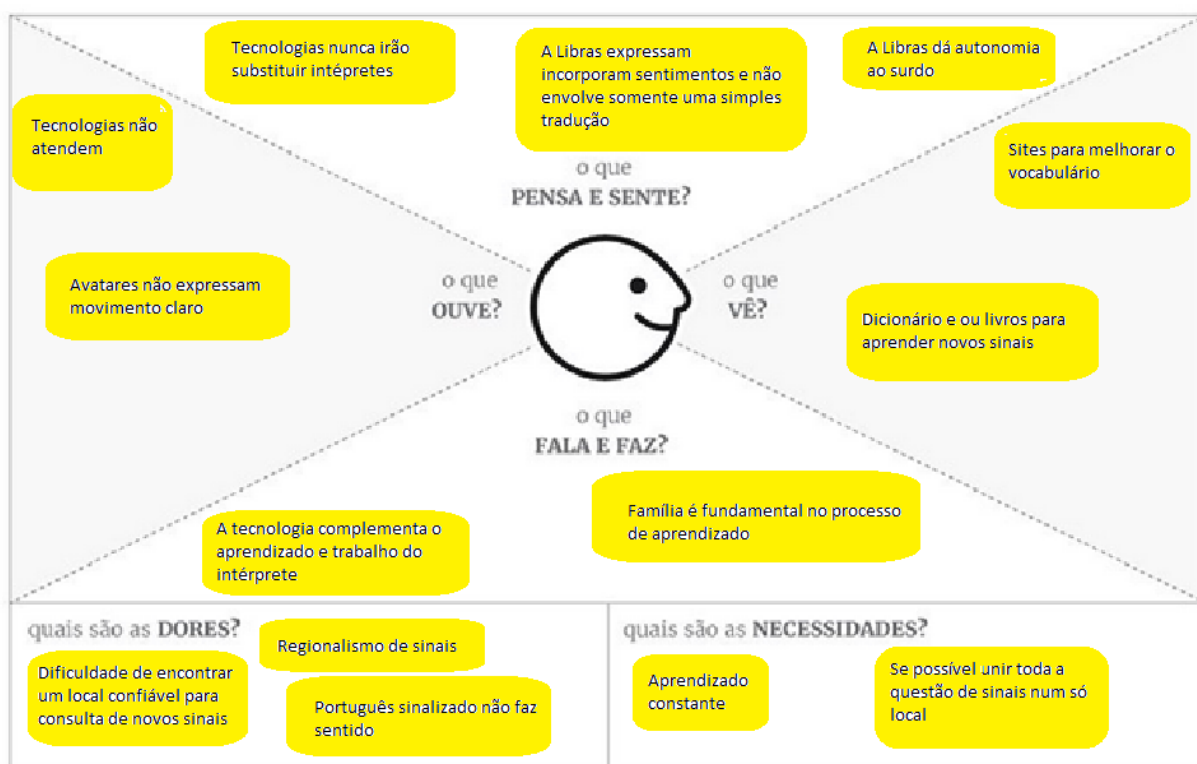
Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

A Figura 16, demonstra o sujeito padrão entendido como conhecedor da Libras e que usa a tecnologia como apoio, apesar de possuir uma certa dificuldade em assimilar novas tecnologias, mas possui como uma de suas melhores características a afinidade na área de comunicação .

5.2.3 Criação do mapa de empatia

Baseado no contexto investigado, através do questionário e posteriormente a criação de uma persona, chegou-se a seguinte abordagem para a criação do mapa de empatia demonstrando a seguir:

Figura 18 - Mapa de Empatia



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

Na Figura 17, pode-se perceber que as principais questões a serem investigadas são em relação a uma padronização dos sinais, além da necessidade de aprendizado constante. A Libras é um idioma em constante evolução, com variações regionais, consequentemente, percebe-se uma dificuldade para centralizar as informações num único local o que facilitaria o processo de aprendizado de novos sinais.

5.2.4 Análise processo ideação

Ao analisar o questionário, a persona e o mapa de empatia, consegue-se perceber que a maior dificuldade se encontra na forma como a tecnologia pode auxiliar a encontrar os sinais corretos.

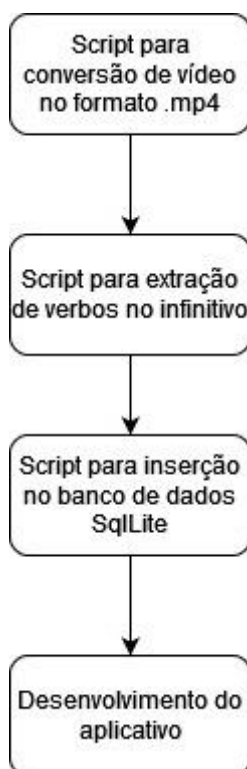
Todavia, a ordem que a frase deve ser exibida para o usuário é de suma importância para que o surdo possa compreender o sentido da frase.

Pode-se acrescentar ainda, que a tecnologia deve ser a mais fácil possível, o que implica numa simplicidade no design do projeto. Uma outra questão relevante, é que vários entrevistados relataram que os avatares utilizados nos aplicativos não deixam sua interpretação correta, em virtude dos movimentos gerados. Isso acaba motivando a busca em sites ou vídeos na internet, que reproduzam o sinal de modo mais claro, preferencialmente de sinais gravados por pessoas.

5.3 Fluxograma execução do projeto

Baseado nas pesquisas e análise dos aplicativos existentes, foi criado um plano de execução para a criação do MVP. O fluxograma abaixo demonstra o passo a passo para a elaboração do aplicativo:

Figura 19 - Fluxograma da concepção do aplicativo



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

Inicialmente, após a aquisição de todos os vídeos (5834 vídeos), fornecidos pelo INES, foi gerado um script em Python para a conversão de todos os vídeos no formato .mp4 e que posteriormente será inserido dentro do aplicativo.

O segundo passo, foi a extração de todos os verbos no infinitivo da lista de palavras em português, fornecido pelo site da USP. Estas palavras foram os pilares para procurar detectar o padrão da frase inserida seguindo a ordem SVO ou SOV (topicalizado).

O terceiro passo, foi a geração de um script para inserção de todos os dados no banco de dados local, dentro do dispositivo que executará o aplicativo.

Por fim, foi iniciado a concepção do aplicativo baseado nas premissas descritas no próximo capítulo.

5.3.1 Desenvolvimento do aplicativo

O aplicativo desenvolvido na linguagem de programação Dart com o Framework Flutter, propõe atender basicamente os seguintes requisitos funcionais:

- Permitir que os vídeos sejam executados na ordem SVO ou SOV;
- A frase completa deverá ser exibida na ordem que o surdo compreende, mas deverá manter a entrada original para efeito de comparação;
- O verbo poderá ser inserido em qualquer tempo verbal, mas deverá retornar sempre no infinitivo para a posterior busca no banco de dados de palavras;
- Artigos poderão ser suprimidos;
- Após a captação da frase, o usuário poderá navegar entre as palavras na ordem resultante do algoritmo;
- O texto na ordem alterada, poderá ser ouvido no idioma português brasileiro e na ordem sugerida pelo aplicativo;
- O aplicativo deverá possuir uma interface simples e direta, sem a necessidade de um tutorial;
- Haverá uma tela para escolha de frases ou palavras pré-definidas para auxílio no aprendizado;
- A entrada de dados poderá ser por voz ou pelo teclado em Língua Portuguesa;

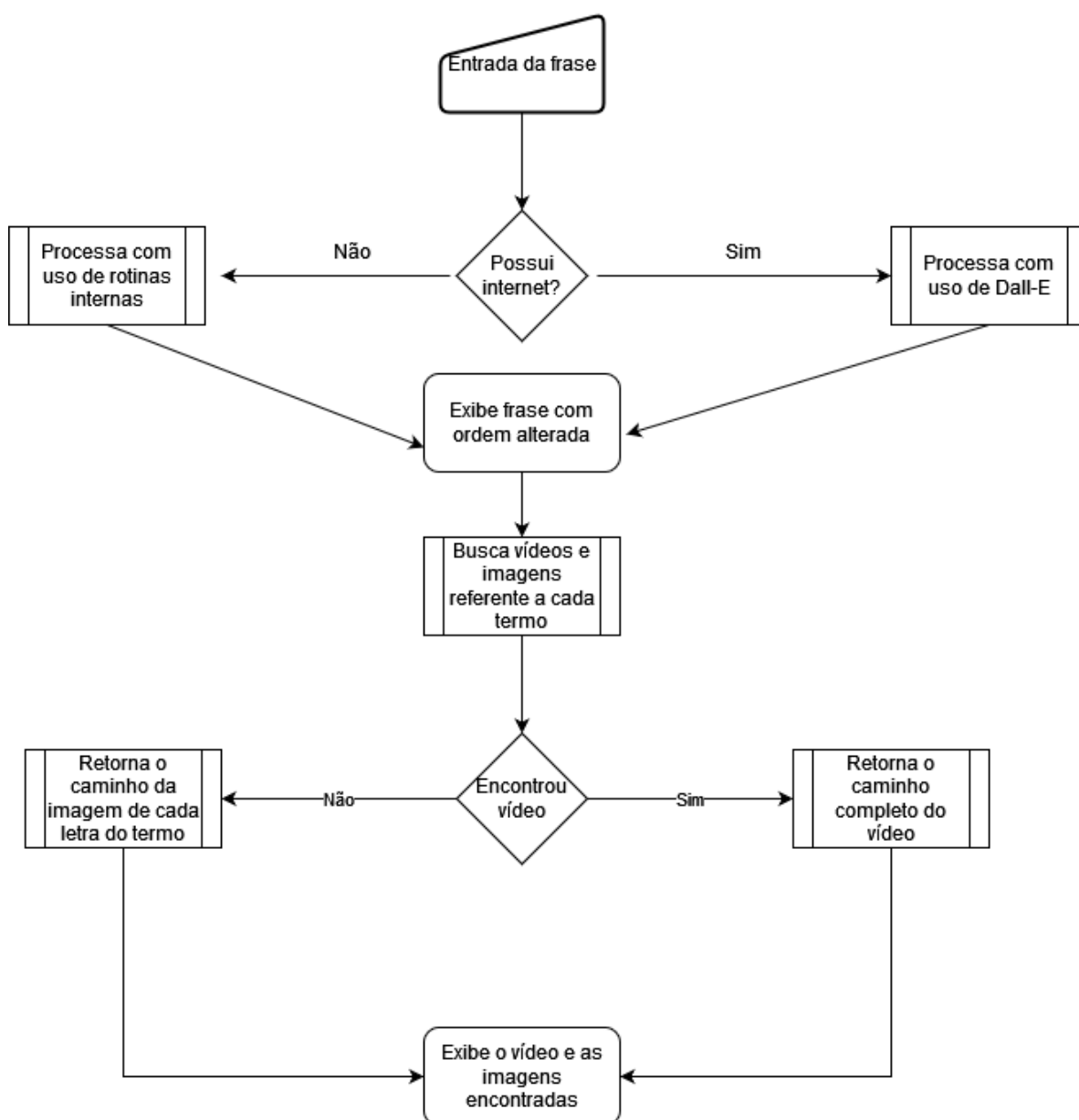
- A conexão com internet será um parâmetro opcional.

Todos estes requisitos, objetivam que o processo de tradução seja mais próximo possível da realidade, não necessitando que o usuário consulte fontes externas e permitindo que a comunicação em Libras seja mais efetiva aproximando-se da estrutura gramatical correta.

5.3.2 Processo de funcionamento do aplicativo

O fluxograma a seguir demonstra como o aplicativo deverá funcionar:

Figura 20 - Fluxograma do funcionamento do aplicativo



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

O fluxograma demonstra as etapas do funcionamento do aplicativo. Inicialmente o usuário informa a frase que deseja converter para Libras, através da captação da voz em português ou inserida através do teclado.

Em seguida, o aplicativo verifica se há internet, se positivo, a frase é processada através da I.A. GPT4, caso contrário, a frase é processada através das rotinas contidas

dentro do aplicativo. Ambas as rotinas têm o objetivo de alterar a ordem da frase no padrão SVO ou SOV, colocar o verbo no infinitivo e retirar artigos.

Já com a frase na ordem SVO ou SOV, o algoritmo irá processar a frase dentro do próprio dispositivo, verificando se cada termo possui um vídeo correspondente. Caso o vídeo não seja encontrado ocorrerá a datilogia.

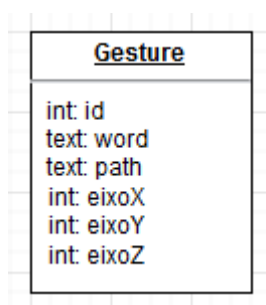
Por fim, as imagens ou vídeos são exibidos para o usuário na ordem correspondente, no padrão que se espera para a Libras.

5.3.3 Criação do banco de dados

O banco de dados foi construído com uso do software SQLite, um banco de dados contido na maioria dos dispositivos embarcados. Este banco é destinado para uso exclusivo de dispositivos embarcados e não pode ser colocado em rede, ou seja, é um banco de dados local (SQLITE, 2023).

No projeto em questão, foi criado apenas uma tabela como demonstrado na figura abaixo:

Tabela 3 - Dados armazenados



<u>Gesture</u>
int: id
text: word
text: path
int: eixoX
int: eixoY
int: eixoZ

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

Basicamente, a tabela tem a função a gravação da palavra com o caminho do vídeo ou letra correspondente.

Os dados foram inseridos no banco de dados através de um método de inserção, sempre seguindo a estrutura organizada como na figura a seguir:

Figura 21 - Instrução utilizada para inserção dos dados

```
Gestures(id: 34520, word: "principal",  
path: "videos/newvideos/principal.mp4", eixoX: 0, eixoY: 0, eixoZ: 0),  
Gestures(id: 34521, word: "principe",  
path: "videos/newvideos/principe.mp4", eixoX: 0, eixoY: 0, eixoZ: 0),  
Gestures(id: 34522, word: "principio",  
path: "videos/newvideos/principio.mp4", eixoX: 0, eixoY: 0, eixoZ: 0),  
Gestures(id: 34523, word: "prioridade",  
path: "videos/newvideos/prioridade.mp4", eixoX: 0, eixoY: 0, eixoZ: 0),
```

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

Sempre que houver um novo vídeo ou imagem, este script deverá ser executado para que o aplicativo associe o novo vídeo ao banco de dados.

5.3.4 Criação da rotina para reorganizar a frase

A rotina para reorganização da frase inserida, é de fundamental importância para a compressão pelo surdo. Como justificado no capítulo 4.2, a ordem padrão normalmente deverá seguir o padrão SVO (Sujeito-Verbo-Objeto). Em casos específicos a ordem poderá ser alterada para SOV (Sujeito-Objeto-Verbo).

Para a elaboração do algoritmo em questão utilizamos o seguinte critério:

1. Se houver conexão de rede com internet, utilize os serviços da Inteligência Artificial GPT4, fornecida pela empresa OPENAI;
2. Caso contrário, foram construídas diversas rotinas para detecção de verbos, sujeitos e artigos com finalidade de se aproximar do esperado.

Como um dos objetos deste estudo, nos capítulos mais a frente, demonstraremos a percepção dos usuários em relação as frases retornadas, tanto para I.A. como pelo algoritmo do autor.

5.3.5 Algoritmo utilizado para criação da I.A. com GPT4

Os serviços de inteligência artificial estão cada vez mais acessíveis para todo o público. Na extensa lista de serviços oferecidos, a OPENAI fornece vários modelos pré-treinados, como geração de texto, geração de imagens a partir de texto, entre outros serviços (WHATS IS OPENAI,2024).

No aplicativo em questão, foi utilizado a integração com uma API, utilizando trocas de informações através do protocolo Https, com utilização de arquivos no formato JSON e o serviço de Chat Completions fornecido pela OPENAI.

O modelo gpt-4-turbo-preview utilizado, foi recomendado pela própria documentação da OPENAI (Text Completions, 2024). Este serviço disponibiliza uma quantidade limitada de *tokens*, que deverá ser enviada em cada solicitação, porém possui o modelo com dados de I.A. treinados até dezembro de 2023.

Uma outra recomendação da própria documentação, foi a limitação de termos utilizados em cada *token*, onde a sugestão é quanto menos caracteres for a pergunta, maior a possibilidade de precisão nas respostas.

Baseado neste contexto, a ordem de execução desta rotina é explicada no fluxograma abaixo:

Figura 22 - Fluxograma de execução rotina ordena frase pela I.A.

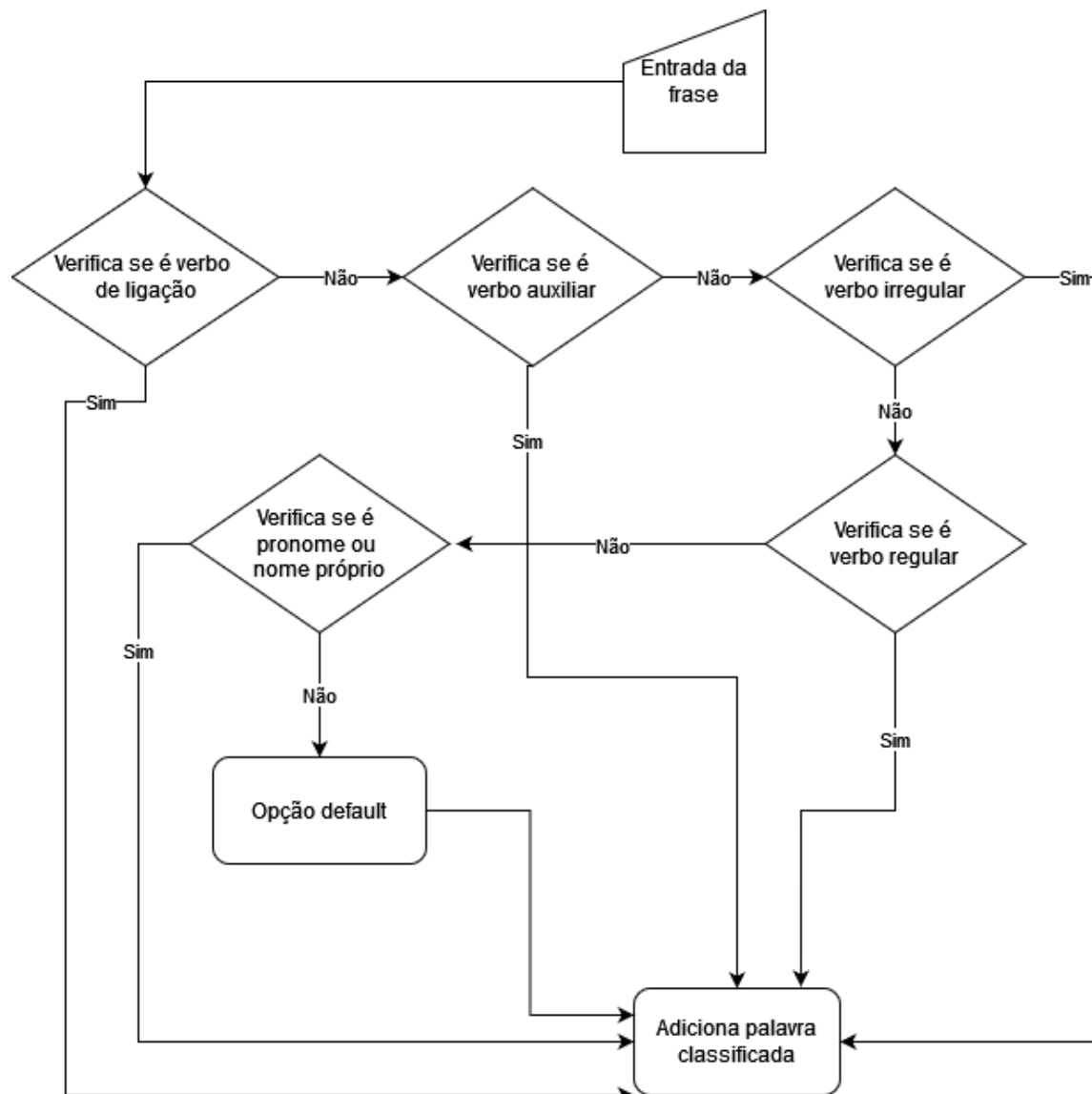


Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

5.3.6 Algoritmo utilizado na criação da rotina sem acesso à internet

A partir dos estudos já mencionados no capítulo 4.2, a respeito da ordem da frase a ser exibida em Libras, foi projetado um algoritmo capaz de alterar a ordem da frase sem a necessidade de estar conectado à internet, neste caso, não utilizando algoritmos de inteligência artificial. O fluxograma a seguir demonstra o funcionamento:

Figura 23 - Fluxograma do algoritmo para classificação de palavras



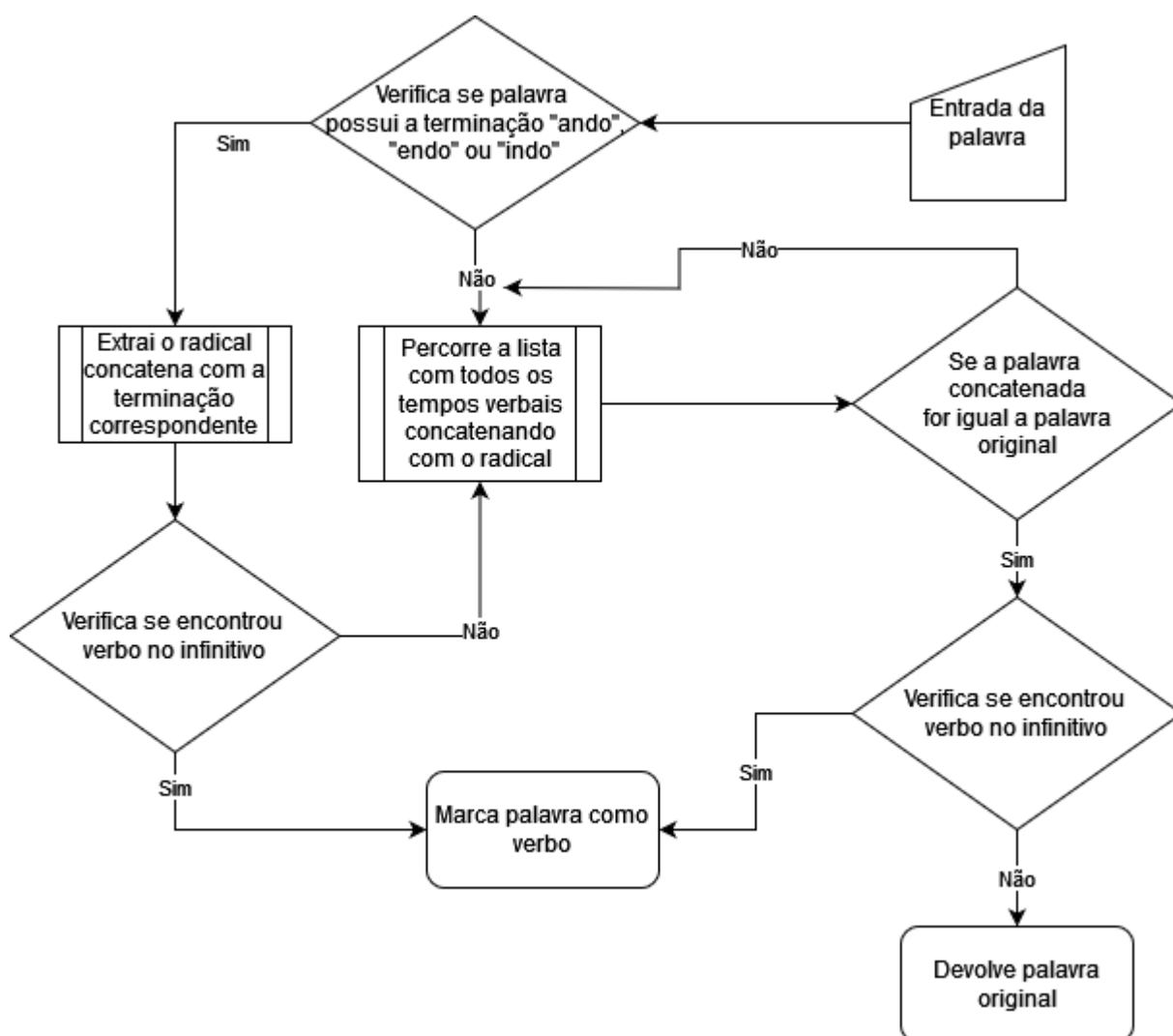
Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

O fluxograma demonstra a sequência de rotinas para classificar o tipo de palavra. Cada palavra, é comparada com uma lista fixa contida dentro do próprio aplicativo, que inclui verbos no infinitivo, verbos de ligação, verbos irregulares, pronomes e nomes

próprios (cerca de 20000 nomes). Após a classificação, esta palavra é adicionada em uma lista que será utilizada para organização da frase no padrão SVO ou SOV.

Pode-se destacar também, a elaboração de um algoritmo para validar se o termo informado é um verbo. Esta rotina, compara cada termo com uma lista de mais de 7000 verbos no infinitivo. O fluxograma pode ser visto na Figura 24.

Figura 24 - Fluxograma execução da rotina verificação de verbo



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

O fluxograma mostrou o processamento de uma palavra, onde a primeira verificação realizada foi a busca por um verbo no gerúndio, caso contrário, a lista percorre todos os tempos verbais, verificando se há uma palavra igual. Após a extração

do radical, o verbo é devolvido no infinitivo, senão a palavra original é retornada no método original para seguir a execução do fluxograma demonstrado na Figura 23.

6 RESULTADOS

6.1 Protótipo funcional MVP

A tela principal do aplicativo em nível MVP (Produto Mínimo Viável) é demonstrado na Figura 25.

Figura 25 - Tela principal do aplicativo



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

A figura demonstra a tela principal do aplicativo, contendo todas as funcionalidades esperadas. O usuário basicamente deverá inserir a frase por voz ou digitação que o aplicativo irá exibir na ordem SVO ou SOV.

Todos os termos encontrados correspondendo as imagens e os vídeos são exibidos. Se o usuário desejar, poderá navegar entre os termos encontrados e reexibir a imagem ou vídeo, além de reproduzir o texto em voz na ordem SVO ou SOV em português brasileiro.

A seguir, na Figura 26, pode-se observar a tela que permite a escolha de frases ou termos pré-definidos, dividido por categorias:

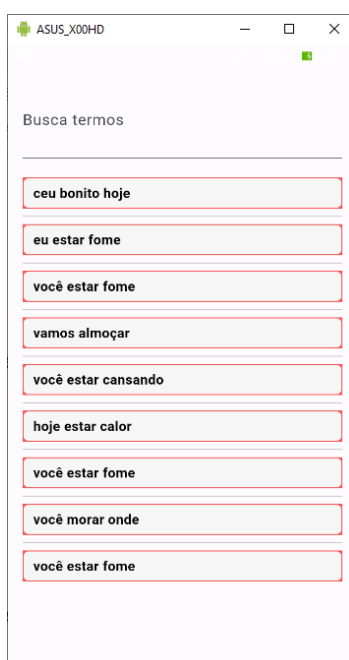
Figura 26 - Tela para escolha de categorias



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

A escolha permite exibir diversos termos encontrados no aplicativo, através da tela ilustrada na Figura 27.

Figura 27 - Tela para escolha de frases



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

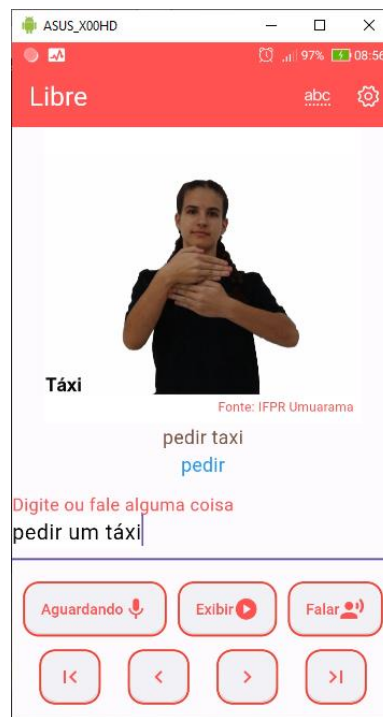
Através desta tela, o usuário pode digitar algum dos termos exibidos, ao escolher o item, o aplicativo será redirecionado para a tela principal para exibição dos termos em Libras.

6.2 Palavras e expressões comuns

Uma das questões mais comuns em qualquer projeto que envolva o aprendizado de uma nova língua, é o aprendizado de expressões básicas para a comunicação. Baseado nesta premissa, como demonstrando na Figura 25 e Figura 26, foi elaborado algumas telas que permitem o acesso dividido por categorias, buscando exemplificar expressões pré-definidas.

Estas expressões, visam mostrar ao usuário, como ele pode iniciar o aprendizado ou mesmo procurar se comunicar em situações adversas ou do cotidiano. Devemos salientar que a criação deste recurso foi o resultado de diversas entrevistas com professores de Libras da região de Itapetininga, os quais relataram que muito do aprendizado inicial, baseia-se na consulta de aplicativos e ou vídeos que demonstrem estes sinais, o que poderia facilitar seu aprendizado. A Figura 28 exemplifica um termo comum que pode ser utilizado.

Figura 28 – Tela principal - Pedir um táxi



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

6.3 Comparação entre os métodos online e offline

O método executado na rotina online através da I.A., mostrou-se interessante nos testes iniciais, pois como o modelo pré-treinado utiliza-se de bases de dados disponibilizadas na internet, muitos dos termos já foram abordados em trabalhos anteriores. Uma questão que até o momento fica sem uma resposta convincente é a remoção de termos que não costumam fazer parte do dia a dia com o surdo, como é o caso de artigos ou preposições.

Já no modelo offline, inicialmente pode-se perceber que além da captação de voz não ser muita precisa, o algoritmo segue uma linha única, baseada em estruturas definidas, porém é importante salientar que esta versão inicial possui ampla condições de ser melhorada.

Ressaltamos ainda, que ambos os modelos não conseguem até o momento interpretar frases que possam ser contextualizadas, neste caso faz sentido uma complementação daquilo que o locutor pretende de fato dizer com o uso da prosódia. Um exemplo desta situação seria a frase “se beber, não dirija”. Por outro lado, notamos que isso pode ser uma característica da própria língua portuguesa, que permite esta interpretação dúbia.

6.4 Frase na ordem para o surdo

Após toda a investigação contextual envolvendo a língua de sinais, o surdo, tecnologias de apoio, pesquisa *in-loco* no Congresso Brasileiro de Tecnologias Assistivas (CBTA), além das entrevistas com intérpretes locais, umas das questões que mais chamaram a atenção foi a dificuldade de reproduzir uma frase completa, sem que fosse uma mera conversão de palavras para a Libras, o chamado português sinalizado.

Ao longo do desenvolvimento desta dissertação, esta lacuna foi ficando cada vez mais evidente, o que mostrou ser uma necessidade abrindo espaço para a reflexão, resultando num algoritmo que possa suprir esta demanda.

Assim, através do algoritmo com apoio de I.A. e um algoritmo desenvolvido pelo autor, chegou-se a esta nova proposta abrindo caminho para a melhoria da comunicação com o surdo, principalmente para pessoas que desconhecem a Libras.

Figura 29 - Alteração da ordem da frase com apoio de I.A.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

A imagem anterior, exemplifica como o algoritmo funciona com apoio da Inteligência Artificial, caso haja conexão com a internet, neste caso, suprimindo a preposição “de”, além da inversão da ordem da frase.

Na imagem a seguir, a mesma frase é reproduzida, porém sem a utilização de inteligência artificial e ausência de conexão com internet.

Figura 30 - Alteração da ordem da frase sem apoio de I.A.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

A frase obteve praticamente o mesmo resultado da imagem anterior com uso de I.A., porém não retirou a preposição “de”. Esta comparação entre os dois métodos, demonstra que o algoritmo deve ser melhorado, mas supostamente não prejudicaria a comunicação entre os conversantes.

Os tópicos a seguir, relatam algumas pesquisas realizadas com aprendizes, professores, surdos e intérpretes de Libras, visando demonstrar a assertividade em frases pré-determinadas comparando entre outros tópicos a compreensão, organização, topicalização e o vídeo reproduzido.

6.5 Testes realizados com usuários ou aprendizes

Com o objetivo de avaliar a viabilidade do protótipo MVP resultante, foram realizadas duas pesquisas. A primeira abordou a ordenação das frases utilizando o algoritmo de IA e o algoritmo interno, em seguida verificou se as pessoas fluentes em Libras conseguiam compreender a frase reproduzida. O segundo teste envolveu participantes que não conheciam Libras, os quais inseriram frases no aplicativo e tentaram interpretar os sinais gerados para os fluentes baseado nos vídeos gerados pelo aplicativo. A Figura 31, ilustra uma pessoa leiga em Libras buscando reproduzir os sinais gerados pelo aplicativo para uma fluente.

Figura 31 - Pesquisa com fluente em Libras



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

Os testes foram realizados com aprendizes, surdos, professores e intérpretes que possuam um nível de conhecimento avançado em Libras. Os dados foram coletados entre os dias 01 de junho de 2024 a 05 de setembro de 2024, nas cidades de Itapetininga e Sorocaba no interior do Estado de São Paulo e envolveu um total de 13 pessoas.

As seguintes diretrizes foram utilizadas para a realização do primeiro teste:

- Foram geradas 63 frases em ordem aleatória da Língua Portuguesa;
- Não há um assunto em específico abordado na pesquisa;
- As frases em língua portuguesa foram inseridas no aplicativo e anotou-se o resultado da frase exibida pela I.A. e pelo algoritmo interno;
- Foi pronunciado para os entrevistados a frase em língua portuguesa e em seguida pronunciado a frase processada pelo aplicativo com utilização do algoritmo I.A. e pelo algoritmo interno (não necessariamente nesta ordem);
- Logo em seguida, foi questionado se a mesma frase poderia ser compreendida pelo surdo;

Os resultados foram compilados e são demonstrados nos Gráficos 5, Gráfico 6 Gráfico 7 e Gráfico 8.

O Gráfico 5, demonstrou que 93% das frases resultantes do aplicativo pela I.A., no tocante a sua ordem, podem ser compreendidas pelo fluente em Libras

Gráfico 5 - Compreensão da frase com utilização de I.A.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

No Gráfico 6, é demonstrado a resposta sem utilização da I.A., onde 62% dos termos resultantes após o processamento do algoritmo podem ser compreendidos pelo fluentes em Libras.

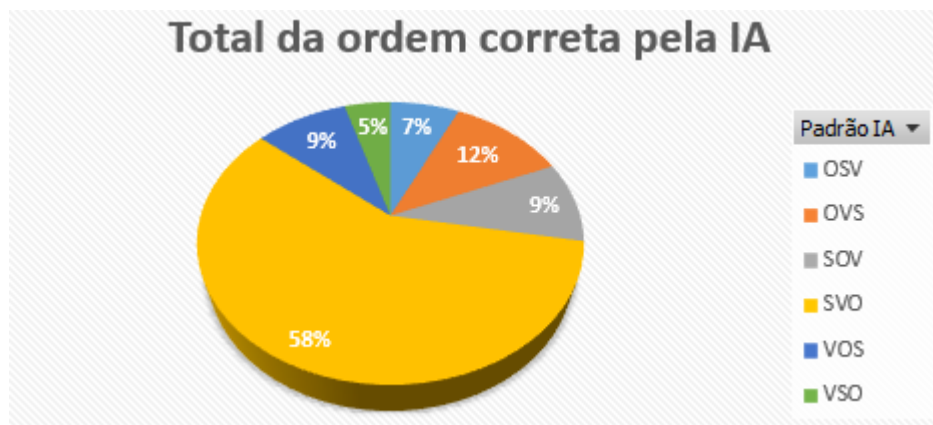
Gráfico 6 - Compreensão da frase sem a utilização de I.A.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

Das frases retornadas corretamente pela I.A, a ordem predominante foi a SVO seguida de OVS, SOV e VOS.

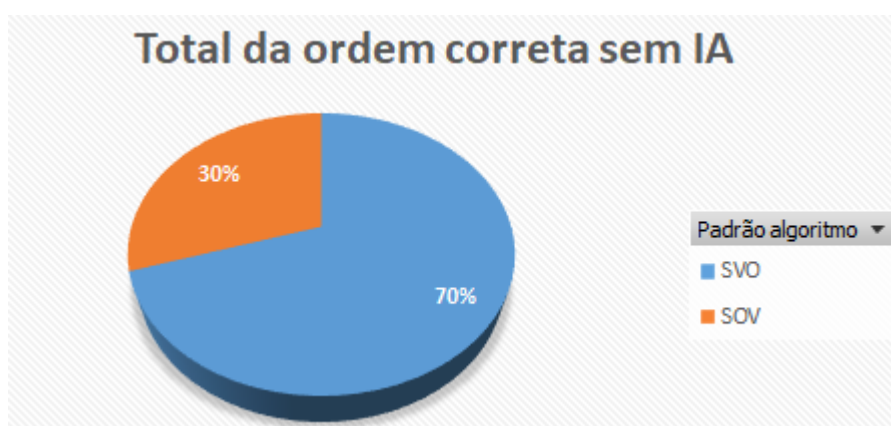
Gráfico 7 - Ordem da frase alterada com utilização da I.A.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

Das frases retornadas corretamente, sem a utilização da I.A., 70% foi retornado no padrão SVO e 30% no padrão SOV.

Gráfico 8 - Ordem da frase alterada sem utilização da I.A.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

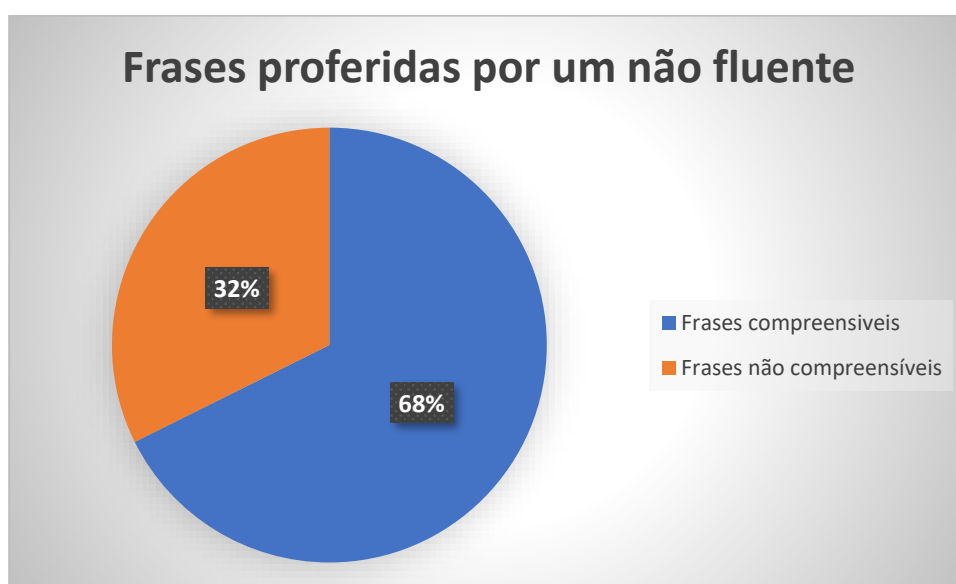
No segundo teste foram seguidas as seguintes diretrizes

- Foram geradas 35 frases em ordem aleatória da Língua Portuguesa;
- Não há um assunto em específico abordado na frase;
- A frase foi inserida no aplicativo por um voluntário que não possui conhecimento em Libras e logo em seguida o voluntário buscou reproduzir os sinais gerados pelos vídeos do aplicativo para o entrevistado;

- Em seguida, foi questionado ao entrevistado se ele conseguiu compreender os sinais reproduzidos pelo voluntário;
- Caso houvesse dúvida na reprodução do sinal o entrevistador mostrava o sinal direto do aplicativo;
- Nos momentos que houve os testes com surdos, houve auxílio de um intérprete de Libras, caso houvesse algum questionamento sobre o sinal.

A seguir, o Gráfico 9 demonstra a média dos resultados obtidos na entrevista com fluentes em Libras, onde pode-se notar que mesmo o voluntário não possuindo nenhuma fluência em Libras, o fluente em Libras foi capaz de compreender o sinal.

Gráfico 9 - Frases sinalizadas por um não fluente em Libras



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

6.6 Análise crítica sobre os testes realizados

Com base nos resultados do primeiro teste, representados pelos Gráficos 5 e 6, que analisam a compreensão da frase, os entrevistados foram capazes de entendê-la mesmo sem o uso da IA na grande maioria dos casos. No entanto, em alguns casos a IA não suprimiu todos os termos, como alguns verbos de ligação, como o verbo “estar”, o que não comprometeu a compreensão da frase.

Embora o Gráfico 6 apresente uma assertividade inferior ao Gráfico 5, ele demonstrou que, apesar de não ser totalmente preciso, é possível estabelecer comunicação em virtude da supressão dos termos, a mudança da ordem e a alteração dos verbos para o infinitivo.

Os principais problemas identificados foram a falha do algoritmo em suprimir todos os termos do português, como algumas preposições, e a modificação de termos ao detectar verbos, como no caso do termo “casa”. Na frase “Tem uma árvore na minha casa”, o algoritmo retornou “minha casar ter árvore”. Essas questões podem ser corrigidas em futuras versões do algoritmo.

No tocante a ordem das frases, houve uma predominância no padrão SVO, o que foi relatado no Gráfico 7 e no Gráfico 8, e corroborou com os estudos de ROYER e QUADROS(2019) e ARAÚJO (2022), demonstrando que os algoritmos resultantes podem ser utilizados. A ressalva fica em relação as frases com mais de seis termos, onde a ordem variou entre SOV e OVS (Objeto-Verbo-Sujeito), mas nestes casos, a topicalização se faz necessária e ainda assim não comprometeria o entendimento da frase.

Ao combinar os resultados do primeiro teste, fica evidente que a gramática de Libras é um fator crucial para a compreensão dos usuários fluentes. Mesmo que nem todos os termos sejam suprimidos durante a conversão, a comunicação pode se tornar mais fluida, devido à redução de sinais em comparação ao português sinalizado. Isso aproxima a conversa do ideal de uma interação em tempo real em Libras, em vez de uma simples tradução palavra por palavra.

Em relação ao segundo teste, o Gráfico 9 demonstrou que 68% das frases puderam ser compreendidas pelo fluente em Libras, independentemente do nível de conhecimento do entrevistado.

Vale destacar que a dificuldade dos voluntários em reproduzir o sinal, foi um fator que impossibilitou uma maior compreensão pelo entrevistado.

Outros dois fatores que impactaram numa assertividade maior em relação ao segundo teste foram:

1. O primeiro foi em relação a ausência de um contexto específico nas frases. Deve-se lembrar que algumas das pesquisas já relatadas nesta dissertação, como o caso do projeto do CESAR(2023), corroboram com esta questão, pois o fato da mensagem estar associada ao contexto, faz com que os sinais

associados, mesmo semelhantes a outros sinais, possam ser mais bem compreendidos.

2. O segundo fator fica em relação a prosódia, que ao realizar os sinais com outras partes do corpo combinado com as mãos, o entrevistado consegue interpretar de maneira mais assertiva o contexto da frase.

Ainda em relação ao segundo teste, os entrevistados foram unânimes em relatar que há um avanço em relação as tecnologias atuais em virtude da fluidez da conversa pela supressão de termos e não ocorrer o português sinalizado.

Todas as dificuldades relatadas podem ser incorporadas em versões futuras, mas os dois testes deixam claro que a abordagem utilizada na elaboração do projeto demonstra um avanço substancial em relação aos projetos atuais.

7 CONCLUSÃO

O atual nível de desenvolvimento tecnológico tem criado oportunidades significativas para melhorar a qualidade de vida das pessoas, especialmente com o acesso facilitado ao uso da Inteligência Artificial. Nesse contexto, o avanço de novas tecnologias, incluindo as assistivas, pode ser amplamente beneficiado, e foi justamente isso que esta dissertação demonstrou.

Contudo, para que as tecnologias assistivas possam de fato atender as diferentes demandas de pessoas com deficiências, é obrigatório a imersão dos pesquisadores no contexto que ela está inserida, o que ocasiona um nível de aprofundamento, conhecimento e tempo para o desenvolvimento de qualquer outro tipo de tecnologia.

Esta dissertação, mesmo focado somente em deficientes auditivos em línguas de sinais, veio mostrar que o desafio nesta área é grande, mas que no atual estágio do desenvolvimento tecnológico com auxílio da IA, é possível tornar a comunicação dos deficientes auditivos com ouvintes mais fluída.

O fato também de não existir muitas pesquisas unindo tecnologias e línguas de sinais, mostra que há muito espaço para o desenvolvimento nesta área além de ser uma área extremamente carente em relação as demais. Outro fator é que as pesquisas existentes com uso de tecnologia ao redor do mundo sempre trabalham em contextos limitados e acabam não saindo da academia.

No tocante as tecnologias em Libras, ficou evidente que elas ainda não suprem a necessidade dos deficientes de maneira precisa, sendo seu uso extremamente limitado por utilizar-se do português sinalizado.

Sendo assim, o fato desta dissertação buscar unir a tecnologia com a gramática de Libras, buscando trabalhar com dois conhecimentos tão antagônicos, mostrou que é factível o desenvolvimento nesta área, especialmente em relação a inclusão da prosódia e melhoria na supressão dos verbos de ligação.

Espera-se que esta dissertação venha contribuir não só em nível acadêmico, mas também empresarial, e possa ser utilizada como inspiração para outros projetos semelhantes, a fim de trazer novos avanços para a comunicação e inclusão com surdos através de língua de sinais.

BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA IBGE. PNS 2019: **País tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência.** Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31445-pns-2019-pais-tem-17-3-milhoes-de-pessoas-com-algum-tipo-de-deficiencia>. Acesso em 14 de fevereiro de 2024;

AHMAD Z e KHAN N, **Towards Improved Human Action Recognition Using Convolutional Neural Networks and Multimodal Fusion of Depth and Inertial Sensor Data.** IEEE International Symposium on Multimedia (ISM), Taichung, Taiwan, 2018, pp. 223-230. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8603294>. Acesso em 01 de fevereiro de 2024.

ARAÚJO, N. R. S., SOUSA, A. M., SILVA, S. M. S. O. **Sintaxe em libras: ordem dos constituintes sem sentenças construídas por surdos de Rio Branco-Acre.** Revista Philogus – CiFeFil – 2022. Disponível em <https://revistaphilologus.org.br/index.php/rph/article/view/685/1219>. Acesso em 23 de janeiro de 2024.

BADSHAH, Sher; KHAN, Arif; HUSSAIN, Shahid; KHAN, Bilal. **What users really think about the usability of smartphone applications: diversity based empirical investigation. Multimedia Tools and Applications**, v. 80, p. 1-31, 2021. DOI: 10.1007/s11042-020-10099-x. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584916301665?via%3Dihub>. Acesso em 23 de janeiro de 2024.

BAGGIO, Maria Auxiliadora & GRAÇA, Maria. **Libras**. 1º ed. Casa Nova – Canoas. Ed. Ulbra.

BANKMYCELL: **How Many Smartphones are in the World?** Disponível em <https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world>. Acesso em 18 de agosto de 2023

BIGGERS, Alana. **What's to know about deafness and hearing loss**. Medical News Today. 2023. Disponível em <https://www.medicalnewstoday.com/articles/249285>. Acesso em 15 de janeiro de 2024.

BARBOSA, S.D.J.; SILVA, B.S. **Interação Humano-Computador**. Editora Campus - Elsevier, 2010.

BRASIL. Lei nº 10.436 de 24 de abril de 2002. **Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências**. Brasília, DF, [2002]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm. Acesso em 28 de dezembro de 2023.

BRASIL. Lei nº 14.704 de 25 de outubro de 2023. **Dispõe sobre o exercício profissional e as condições de trabalho do profissional tradutor, intérprete e guia-intérprete da Língua Brasileira de Sinais (Libras)**. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2023-2026/2023/Lei/L14704.htm. Acesso em 29 de dezembro de 2023.

BRASIL. Decreto nº 5.626. **Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm. Acesso em 17 de dezembro de 2023.

BRASIL. Lei nº 12319. **Regulamenta a profissão de Intérprete de Libras**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2023-2026/2023/Lei/L14704.htm. Acesso em 15 de dezembro de 2023.

BRITO, L. F. (1984). **SIMILARITIES & DIFFERENCES IN TWO BRAZILIAN SIGN LANGUAGES**. *Sign Language Studies*. Gallaudet University Press. 198 42, 45–56. Disponível em <http://www.jstor.org/stable/26203575>. Acesso em 23 de dezembro de 2023.

CURRY, David. **Social Networking Users by App**. *Business of Apps*, 2024. Disponível em: <https://www.businessofapps.com/data/social-app-market/>. Acesso em 01 de julho de 2024.

CAPOVILLA, Fernando César et al. **Dicionário da Língua de Sinais do Brasil: a libras em suas mãos**. São Paulo: EDUSP, 2017

CARDOSO, M. E. . A. **Segmentação automática de Expressões Faciais Gramaticais com Multilayer Perceptrons e Misturas de Especialistas**. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, 2018. Cited 2 times on pages 21 and 22.

CESAR. Lenovo: **Acessibilidade para deficiência auditiva com P&D e I.A.**. 14 de agosto de 2023. Disponível em <https://www.cesar.org.br/w/lenovo-pesquisa-e-experimentacao-para-construir-tecnologia-de-inclusao-1>. Acesso em 03 de fevereiro de 2024.

CISCO ANNUAL INTERNET REPORT (2018–2023) White Paper. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>. Acesso em 01 de julho de 2024.

CHAUI, Marilena. **Convite à Filosofia**. Ed. Ática, São Paulo. 2000.

CHIPMAN, Albert. UX/UI Design 2022. **A complete beginners to pro**. 2021. Albert Chipman.

CLEALL, E. **Deafness : representation, sign language, and community, ca.** A Cultural History of Disability in the Long Nineteenth Century. The University Sheffield. 2020. Disponível em https://eprints.whiterose.ac.uk/162989/3/Cleall_deafness_Bloomsbury.pdf. Acesso em 19 de agosto de 2023.

COCKTON, G.. **Usability Evaluation**. Interaction Design Foundation - IxDF. Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/usability-evaluation>. Acesso em 01 de julho de 2024

COMUNIDADE USP. **Não deixe seu mundo Silenciar**. Revista Espaço Aberto. Edição 141. Agosto de 2012. Disponível em: <https://www.usp.br/espacoaberto/?materia=nao-deixe-seu-mundo-silenciar>. Acesso em 28 de novembro de 2023.

DART. **Dart Overview**. Disponível em <https://dart.dev/>. Acesso em 08 de fevereiro de 2024.

DART DEV. **Dart Overview**. 2024. Disponível em <https://dart.dev/overview>. Acesso em 12 de fevereiro de 2024.

DEAF COMMUNITY SIGN LANGUAGE. **Ethnologue**. Disponível em <https://www.ethnologue.com/endangered-languages/>. Acesso em 13 de outubro de 2023.

DEAF HISTORY. **1712 - 1789: Abbé Charles Michel de l'Epée (FR)**. Disponível em: <https://deafhistory.eu/index.php/component/zoo/item/abbe-charles-michel-de-l-epée>. Acesso em 14 novembro 2023.

DEAF STUDENTS EDUCATION SERVICES (DSE). U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION. Disponível em <https://www2.ed.gov/about/offices/list/ocr/docs/hq9806.html> . Acesso em 28 de dezembro de 2023.

DESURVIRE, Heather W. Faster, Cheaper Are Usability Inspection Methods as Effective as Empirical Testing. In: Nielsen, Jakob. **Usability Inspection Methods Computer**. John Wiley & Sons, New York, NY, 1994.

DEVRIES, Paige et al. **Sign Language-Based versus Touch-Based Input for Deaf Users with Interactive Personal Assistants in Simulated Kitchen Environments**. Journal of Accessibility Studies, Washington, D.C., v. 15, n. 2, p. 123-134, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2404.14610>. Acesso em: 11 de julho de 2024.

EDISCIPLINAS. **Tipologia – morfologia**. Disciplinas da USP. 2018. Disponível em https://edisdisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4460322/mod_resource/content/2/aulas%2006%20E%207.pdf. Acesso em 29 de junho de 2024.

ERIKSSON, P. **The History of Deaf People**. A Source Book. 1ª ed. Orebro, Sweden: Agency for Special Education, 1993. P15 e seg, .

FÉLIX, Ademil. **O papel da interação no processo de ensino-aprendizagem de português para alunos surdos em uma escola inclusiva**. Disponível em <https://www.scielo.br/j/tla/a/tt6dBnVprwZtKPTvcSDVLkM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 23 de janeiro de 2024.

FENEIS. **Federação Nacional de Educação e Integração dos Surdos**. Disponível em: <https://feneis.org.br/o-que-e/>. Acesso em 03 de janeiro de 2024.

FERNANDES, E. **Parecer solicitado pela Federação Nacional de Educação e Integração do Surdo sobre a língua de sinais usada nos centros urbanos do Brasil**. Revista Integração. MEC/Secretaria de Educação Especial, ano 5, nº 13, 1994.

FERREIRA, Brito, L.; Langevin, R. **Sistema Ferreira Brito-Langevin de Transcrição de Sinais**. In: FERREIRA-BRITO, L. Por uma gramática de línguas de sinais. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1995

FGV – Fundação Getúlio Vargas. **Brasil tem dois dispositivos digitais por habitante, revela pesquisa da FGV**. Disponível em: https://portal.fgv.br/noticias/brasil-tem-dois-dispositivos-digitais-habitante-revela-pesquisa-fgv?utm_source=portal-fgv&utm_medium=fgvnoticias&utm_campaign=fgvnoticias-2021-05-25. Acesso em: 17 maio 2023.

FIGUEIRA, E. A. A. S. **Libras em estudo: ensino-aprendizagem. ESTRATÉGIAS DE ENSINO DE VOCABULÁRIO DE LIBRAS: UM ESTUDO DE CASO**. São Paulo. Editora FENEIS. 2012.

FLUTTER. **What is**. Disponível em <https://docs.flutter.dev/release/whats-new>. Acesso em 08 de fevereiro de 2024.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Panorama do uso de TI para 2022**. Disponível em <https://portal.fgv.br/artigos/panorama-uso-ti-brasil-2022>. Acesso em 29 de agosto de 2023.

FRIEDMAN, T. L. **Obrigado pelo atraso: Um guia otimista para sobreviver em um mundo cada vez mais veloz**. 1ª ed. São Paulo: Objetiva, 2017. P12.

FUNCRAF. **Sobre**. Disponível em: <https://funcraf.org.br/sobre/>; Acesso em 19 de novembro de 2023.

GBD 2019 Hearing Loss Collaborators. **Hearing loss prevalence and years lived with disability**, 1990–2019: findings from the Global Burden of Disease Study 2019. The Lancet, v. 397, n. 10225, p. 996-1009, 13 mar. 2021. Disponível em [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(21\)00516-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)00516-X/fulltext). Acesso em 23 de julho de 2024.

GESSER , Audrei. **Metodologia de ensino em Libras como L2**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2010.como L2.

GESSER, Andrei. **LIBRAS? Que língua é essa? Crenças e preconceitos em torno da língua de sinais e da realidade surda**. Ed. Parábola. São Paulo. 2009.

GLASSER, Abraham. **Automatic Speech Recognition Services: Deaf and Hard-of-Hearing Usability**. In Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '19). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Paper SRC06, 1–6. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3290607.3308461>. Acesso em: 11 julho de 2024.

GODOI, Eliamar; Lima, Marisa Dias; Andrade, Valdete A. B.. **Língua Brasileira de Sinais LIBRAS a formação continuada de professores**. EDUFU. 2016. Uberlândia-MG.

GOOGLE PLAY. **Loja de aplicativos. Hand Talk Tradutor para Libras**. Disponível em https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.handtalk&hl=pt_BR&gl=US . Acesso em: 14 de maio 2023.

GOOGLE PLAY. **Loja de aplicativos. VLibras. Serviços e informações do Brasil.** Disponível em <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lavid.vlibrasdroid> . Acesso em: 14 maio de 2023.

GOOGLE SYSTEM. **Dash, Google, Alternativo to JavaScript.** 2011. Disponível em <http://googlesystem.blogspot.com/2011/09/dash-google-alternativo-to-javascript.html>. Acesso em 12 de fevereiro de 2024.

GOMES, D. S. ; Lima, P. S. R.; Andrade, F. R. S. **Debate Regrado em Libras: Uma Proposta de Ensino à Luz da Análise da Conversação.** Revista Perspectivas para o Ensino de Línguas. Volume 4. Disponível em: <http://www2.ufac.br/editora/livros/PerspectivasparaoEnsinodeLnguasVolume4.pdf#page=51>. Acesso em 02 fevereiro de 2024.

GOMES, E. A., & AVELAR, T. F. . (2021). **Estudo Exploratório da Competência Tradutória de Tradutores Ouvintes Intermodais em Relação à sua Prática.** Cadernos De Tradução, 41(esp. 2), 40–67. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ct/a/yrh9xKJnn9MbQMzH9BvqFNQ/> . Acesso em 28 de janeiro de 2024.

GOMES , D. R.; Silva, R.; Diniz, S. I. 2023. **Projeto Libre – Desenvolvimento de Aplicativo para pessoa com deficiência auditiva.** 4º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (CBTA 2023). Disponível em <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/0000c0/0000c08e.pdf>. Acesso em 18 de abril de 2024.

GRAY, Dave. **Empathy Map. Game Storming.** 2017. Disponível em: <https://gamestorming.com/empathy-mapping/>. Acesso em 20 de janeiro de 2024.

HARARI, Noah Yuval, **Sapien: Uma Breve História da Humanidade.** 28ª ed. L & PM. Porto Alegre: ArtMed, 2007.

INOUE, Célia Regina, et al. **Manual de trabalhos acadêmicos**. Editora UNESP. 2023. Disponível em <https://drive.google.com/file/d/1BPZ1bVJTewfgCmpUp1MhKnGMPxom5-GG/view?pli=1>. Acesso em 14 de julho de 2024.

IME-USP. **Lista de todas as palavras do português brasileiro**. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~pf/dicios/>. Acesso em 23 de fevereiro de 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE EDUCAÇÃO DE SURDOS – INES. **CONHEÇA O INES**. <https://www.gov.br/ines/pt-br/acesso-a-informacao-1/institucional/conheca-o-ines>. Acesso em 07 de maio de 2024

JUNIOR, F. V. S. e MARQUES, R. S. **Aquisição de Libras por não surdos como L2 no Ensino Superior**. **Revista Diálogos**. Ano II. UFMT. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/revdia/article/view/2881/1999>. Acesso em 23 de janeiro de 2024.

KUMADA, Kate Mamhy Oliveira. **Língua brasileira de sinais**. Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.

LEITE, T. A. **A segmentação da língua de sinais brasileira (libras):Um estudo linguístico descritivo a partir da conversação espontânea entre surdos**. Tese (Doutorado em Letras) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 261. 2008. Disponível em <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8147/tde-25092008-160005/pt-br.php>. Acesso em 10 de outubro de 2023.

LIBRAS GIFS. IFPR - Instituto Federal Paraná-Campus Umuarama. Disponível em: <https://ifpr.edu.br/umuarama/libras-gifs/>. Acesso em 10 janeiro de 2024.

LIPPE, E.; CAMARGO, E. P. **Ensino Remoto durante a Pandemia da Covid-19 nas escolas estaduais do Estado de São Paulo: em xeque a acessibilidade para estudantes cegos e com baixa visão**. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, [S. l.], p. e024001, 2024. Disponível em:

<https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/1509>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2024.

MACEDO, L. L. e SANTOS, W. C. **A prosódia e sigmanulogia na perspectiva dos estudos terminológicos da língua de sinais brasileira**. INES – Revista Arqueiro, 2023. Disponível em: <https://seer.ines.gov.br/index.php/revista-arqueiro/article/view/1610>. Acesso em 28 de janeiro de 2024.

MARTINS BRIEGA, Diléia Aparecida. **Você disse Libras? O acesso do surdo à educação pelas mãos do intérprete de Libras**. Araraquara: Letraria, 2019

FISCHER, R.; LANE, H. **Looking Back: a read on the History of Deaf Communities and their Sign languages**. *International Studies on Sign Language and Communication of the Deaf*, Hamburg, v. 20, p. 143-155, 1993.

MEYER, Patrick. STATE OF THE ART OF SPEECH SYNTHESIS AT THE END OF MAY 2021. Towards Data Science. Disponível em <https://towardsdatascience.com/state-of-the-art-of-speech-synthesis-at-the-end-of-may-2021-6ace4fd512f2> . Acesso em 25 de agosto de 2023.

MIKI, Daniela. Alfabeto **Manual ou Datilogia. Escrita de Sinais**. Disponível em: <https://escritadesinais.com/2010/09/07/alfabeto-manual-ou-datilogia/>. Acesso em 18 de janeiro de 2024.

NATIONAL DEAF CENTER (NDC). **About**. Disponível em <https://nationaldeafcenter.org/>. Acesso em 28 de dezembro de 2023.

NIELSEN, J.; MOLICH, R.. **Heuristic evaluation of user interfaces** - Disponível em <https://www.acm.org/dl> Seattle, Washington, United States, 1990. Acesso em 15 de novembro de 2023.

NIELSEN, J. **10 Usability Heuristics for User Interface Design**. Nielsen Norman Group. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/> Acesso em 08 de maio de 2023.

NIELSEN, Lena. **PERSONAS**. Conceito de persona retirado da Interacted Design Foundation. 2019; Disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/personas> - Acesso em 04 de fevereiro de 2024.

NOMES NO BRASIL. **Censo IBGE, 2016**. Disponível em: link <https://censo2010.ibge.gov.br/nomes/#!/search>. Acesso em 10 de fevereiro de 2014.

NOTTA. **13 Best Free Speech-to-Text Open Source Engines, APIs, and AI Models**. Rivi Richards, 25 jun. 2024. Disponível em: <https://www.notta.ai/en/blog/speech-to-text-open-source>. Acesso em: 22 julho de 2024

PAINEL DE INDICADORES DE SAÚDE (PNS). **Pesquisa nacional de saúde**. <https://www.pns.icict.fiocruz.br/painel-de-indicadores-mobile-desktop/>. Acesso em 19 de agosto de 2022.

PORTAL MEC. Declaração de Salamanca. **Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>. Acesso em 28 de dezembro de 2023.

PROGRAMA NACIONAL PARA PREVENÇÃO E CONTROLE DA SURDES (NPPCD). **National Health Mission**. Disponível em : <https://nhm.gov.in/index1.php?lang=1&level=2&sublinkid=1051&lid=606>. Acesso em 28 de dezembro de 2023.

PUJOLLI, E. S. **Facial Expression Recognition in Brazilian Sign**. Dissertação (Doutorado) Universidade de Campinas, 2020. Cited 2 times on pages 21 and 22.

PYTHON. 2023. **About Python. Mission**. Disponível em: <https://www.python.org/psf/mission/> . Acesso em 18 de agosto de 2024.

QUADROS, R. M & KARNOOP, L. B. **Língua Brasileira de Sinais. Estudos Linguísticos**. 1ª ed. Porto Alegre: ArtMed, 2007.

RIOS, Frederico. Acessibilidade para surdos. **Acessibilidade na prática**. Disponível em: <https://acessibilidadenapratica.blogspot.com/2011/02/acessibilidade-para-surdos.html>. Acesso em 23 de dezembro de 2023.

ROYER, M.; QUADROS, R. M. **Ordem das palavras nas sentenças Libras no corpus da Grande Florianópolis**. Revista da ABRALIN, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 29, 2020. DOI: 10.25189/rabralin.v18i1.1375. Disponível em: <https://revista.abralin.org/index.php/abralin/article/view/1375>. Acesso em: 17 fevereiro de 2024

SACKS, O. **Vendo Vozes: Uma viagem ao mundo dos surdos**. 1ª ed.: Companhia de Bolso.

SAUSEN, Edilena da Silva Frazão. **Alfabeto em libras**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/edilenasausen/libras-1/alfabeto.png/view>. Acesso em 23 de janeiro de 2024.

SEGALA, Rimar Ramalho. **A EMERGÊNCIA DE SINAIS NA LIBRAS: a influência dos emblemas**. 2021. Tese doutorado em Linguística e Língua Portuguesa. Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2021. Disponível em <https://repositorio.unesp.br/items/75009d6c-fce6-4826-86da-97b523655e41>. Acesso em 27 de dezembro de 2023.

SINCH ENGAGE. **WhatsApp, WeChat, Facebook Messenger, and more: Global usage of messaging apps and statistics**. Disponível em <https://engage.sinch.com/blog/global-messenger-apps-usage-statistics/>. Acesso em: 19 maio de 2023.

SIX strategies for getting better results. **Openai**. Disponível em: <https://platform.openai.com/docs/guides/prompt-engineering/six-strategies-for-getting-better-results>. Acesso em 03 de fevereiro de 2024.

SILVA M. P. da P. M . **A construção dos sentidos do aluno surdo**. Editora Plexus. São Paulo. 2021.

SQLITE. **About SQLite**. 2023. Disponível em: <https://www.sqlite.org/about.html>. Acesso em 23 de fevereiro de 2024.

STOKOE, W. C, CASTERLINE, D. C., CRONEBERG, C. G. . **Dictionary: American Sign Language**. Gallaudet College. 1965. Boston.

SURDEZ. Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) – **Ministério da Saúde**. Disponível em <https://bvsmis.saude.gov.br/surdez-3/>. Acesso em 29 de dezembro de 2023.

STUMPF, M. R.;Quadros, R. M.; Leite, T. A. **Estudos da língua brasileira de sinais**. Série Estudos de Língua de Sinais. V.II. Florianópolis: Insular. 2014

SULTAN, A, MAKRAM, W, KAYED, M and ALI, A. A. . "**Sign language identification and recognition: A comparative study**" **Open Computer Science**, vol. 12, no. 1, 2022, pp. 191-210. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/360853648_Sign_language_identification_and_recognition_A_comparative_study. Acesso 02 de fevereiro de 2024.

TEXT generation models. **Openai**. Disponível em <https://platform.openai.com/docs/guides/text-generation/faq>. Acesso 28 de janeiro de 2024.

TIOBE. **TIOBE Index for October 2024**. Disponível em <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>. Acesso em 23 de outubro de 2024.

UN NEWS. **Over one billion people at risk of hearing loss: WHO.** Disponível em: <https://news.un.org/en/story/2022/03/1113182>. Acesso em 25 de fevereiro de 2024;

USER AWAY. **Princípios do Design Universal.** Disponível em: <https://userway.org/pt/blog/principios-do-desenho-universal/>. Acesso em 10 de janeiro de 2024.

WHATS is ChatGPT. **Openai.** Disponível em: <https://help.openai.com/en/articles/6783457-what-is-chatgpt>. Acesso em 02 de fevereiro de 2024.