

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

AFRÂNIO ESQUERDO VIANA

TALKLIBRAS: FERRAMENTA ASSISTIVA PARA
COMUNICAÇÃO EM LIBRAS

Itacoatiara - Amazonas
Junho - 2023

AFRÂNIO ESQUERDO VIANA

**TALKLIBRAS: FERRAMENTA ASSISTIVA PARA
COMUNICAÇÃO EM LIBRAS**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

ORIENTADOR: PROF. DR. RAINER XAVIER DE AMORIM

Itacoatiara - Amazonas

Junho - 2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

V614t Viana, Afrânio Esquerdo
TalkLibras: ferramenta assistiva para comunicação em Libras /
Afrânio Esquerdo Viana . 2023
85 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Rainer Xavier de Amorim
TCC de Graduação (Sistemas de Informação) - Universidade
Federal do Amazonas.

1. Libras. 2. Machine learning. 3. Ferramenta assistiva. 4.
Datilologia. 5. Conversão. I. Amorim, Rainer Xavier de. II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título



Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Coordenação do Curso de Sistemas de Informação - ICET

FOLHA DE APROVAÇÃO

AFRÂNIO ESQUERDO VIANA

TALKLIBRAS: FERRAMENTA ASSISTIVA PARA COMUNICAÇÃO EM LIBRAS

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em 27 de junho de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rainer Xavier de Amorim
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Me. Christophe Saint-Christie de Lima Xavier
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Me. Adriano Honorato de Souza
Instituto Federal do Amazonas

Folha de Aprovação assinada pelo Prof. Dr. Rainer Xavier de Amorim, responsável pela disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (Período: 2022.2), onde atesta a defesa do aluno e a presença dos membros da banca examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Rainer Xavier de Amorim, Professor do Magistério Superior**, em 30/06/2023, às 18:24, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Christophe Saint-Christie de Lima Xavier, Professor do Magistério Superior**, em 01/07/2023, às 17:16, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Odette Mestrinho Passos, Coordenadora de Curso**, em 01/07/2023, às 17:21, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1574961** e o código CRC **E7579109**.

Rua Nossa Senhora do Rosário - Bairro Tiradentes nº 3836 - Telefone: (92) (92) 99318-2549
CEP 69103-128 Itacoatiara/AM - ccsiicet@ufam.edu.br

Referência: Processo nº 23105.029165/2023-95

SEI nº 1574961

*"A todos aqueles que acreditaram em mim, em especial ao meu pai Antonio Rodrigues
Viana (in memoriam), que a jornada seja mais reconfortante do que o fim."*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus problemas, pois as experiências que obtive ao tentar resolvê-los me tornaram o que sou hoje.

Agradeço também aos meus pais, Antonio Rodrigues Viana e Lunalva Esquerdo Viana, que me ensinaram que o conhecimento é a melhor forma de tentar mudar o mundo. Agradeço aos meus irmãos, Anderson Esquerdo Viana e Antônio Rodrigues Viana Filho, por me mostrarem que o dom da inteligência é um conceito muito amplo para ser contido em uma "caixa".

Aos meus mentores acadêmicos, agradeço por me proporcionarem lições ímpares que levarei para o resto da minha vida. Representados aqui por: Adriano Honorato de Souza, que me inspirou a iniciar uma faculdade na área de TI; Christophe Saint Christie de Lima Xavier, que me acolheu como orientando de pesquisa no início e no meio da minha graduação; Rainer Xavier de Amorim, que me orientou na realização e defesa das pesquisas para o meu TCC, finalizando assim o ciclo de pesquisas rumo ao título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aos amigos que tive a honra de conhecer durante a minha jornada, representados aqui por Cláudio Marzo Santarém Santana, Jasmim Vieira de Lima, Josilene Vitória dos Santos da Silva, Juan Miguel de Assis Oliveira e Wilian Tavares de Castro, agradeço de coração. Saibam que a confiança e o companheirismo de vocês foram parte do combustível que me permitiu seguir em frente e reagir aos momentos difíceis.

Por fim, sou grato a tudo e a todos que contribuíram para a construção da minha visão de mundo.

TalkLibras: Ferramenta Assistiva para Comunicação em Libras

Afrânio Esquerdo Viana¹, Rainer Xavier de Amorim¹

¹Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET),
Universidade Federal do Amazonas (UFAM) - Itacoatiara, AM - Brasil

afranio.esquerdo.viana@gmail.com, raineramorim@ufam.edu.br

Abstract. *In Brazil, Libras is recognized as the mother tongue of the hearing impaired and, despite having a complete linguistic structure, the low adherence to language learning continues to be an impasse for the hearing impaired community in the country. In this context, the use of computational tools that help in the communication process during the literacy of deaf people has shown to be a promising solution. The objective of this work is to develop an application that serves as a pedagogical resource to assist in the communication process between speakers of the Portuguese language and Libras in the literacy process. The methodology consists, firstly, in a systematic mapping, in order to compose the theoretical foundation on the current scenario of Machine Learning focused on the recognition of signs in Libras and define an initial proposal for the software. From this, the construction of the application was carried out, based on the Incremental Model. Finally, an evaluation of the TalkLibras mobile application was carried out, with the acceptance results by the teachers who work with the interested public.*

Resumo. *No Brasil, a Libras é reconhecida como a língua materna dos deficientes auditivos e, apesar de possuir uma estrutura linguística completa, a baixa aderência ao aprendizado da língua continua sendo um impasse para a comunidade de deficientes auditivos no país. Nesse contexto, a utilização de ferramentas computacionais que auxiliem no processo de comunicação durante a alfabetização de surdos tem se mostrado uma solução promissora. O objetivo deste trabalho é desenvolver uma aplicação que sirva como recurso pedagógico para auxiliar no processo de comunicação entre falantes da língua portuguesa e Libras no processo de alfabetização. A metodologia consiste, primeiramente, em um mapeamento sistemático, de forma a compor a fundamentação teórica sobre o atual cenário de Aprendizado de Máquina voltado ao reconhecimento de sinais em Libras e definir uma proposta inicial do software. A partir disso, foi realizada a construção do aplicativo, baseado no Modelo Incremental. Por fim, foi realizada uma avaliação da aplicação mobile TalkLibras, com resultados que mostram a aceitação do sistema por professores que atuam com o público interessado.*

1. Introdução

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), existem hoje, no mundo, cerca de 1,5 bilhão de pessoas que possuem algum grau de deficiência auditiva (WHO, 2021). E de

acordo com o Censo 2010, o Brasil abriga aproximadamente 9,7 milhões das pessoas desse contingente (IBGE, 2010), dos quais, a maioria utiliza a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como principal meio de comunicação.

E conforme a Lei nº 10.436 de 24 de abril de 2002, a Libras é reconhecida como um meio legal de expressão e comunicação, sendo a língua materna dos deficientes auditivos do Brasil (BRASIL, 2002), possuindo uma estrutura linguística que é capaz de englobar os níveis fonéticos, morfológicos, semânticos, sintáticos e pragmáticos, a partir da adaptação de conceitos já utilizados na língua falada, tendo como menor unidade significativa, o sinal (REZENDE, 2021).

Ao contrário da língua portuguesa, que utiliza-se de sons silábicos para formar sentenças, a Libras possui uma rica construção de sinais formados por expressões faciais e corporais (CASTRO, 2020). Dentro dessa ampla gama de expressões, pontuam-se os sinais estáticos, aqueles que levam em conta apenas a configuração das mãos no momento da formação de uma sentença; e os sinais dinâmicos, aqueles que levam em conta o deslocamento das mãos e demais tipos de expressões corporais que venham a ser realizadas (STROBEL; FERNANDES, 1998).

Entretanto, mesmo com todo esse aparato linguístico, a comunicação continua sendo um impasse para a comunidade de deficientes auditivos no Brasil, pois há uma baixa aderência ao aprendizado dessa língua, principalmente entre as pessoas que não apresentam alguma deficiência ligada a audição (CAIAFA et al., 2020). Por esse motivo, existe um interesse humanístico no desenvolvimento de ferramentas computacionais assistivas que sejam capazes de auxiliar nesse processo de comunicação (PERDOMO; SIQUEIRA, 2016).

Dentre as soluções mais promissoras na identificação de sinais, destacam-se as que utilizam aprendizado de máquina e as suas ramificações, pois possuem o alicerce pautado no uso do reconhecimento de padrões e na prática do aprendizado computacional (DIETTERICH, 1990). Estas estratégias, geralmente estão associadas a algum outro aparato tecnológico, como tecnologias vestíveis e algoritmos de visão computacional (CAIAFA et al., 2020).

Diante o exposto, a metodologia adotada para este trabalho foi definida em três etapas: na primeira etapa foi realizado um Mapeamento Sistemático (MS) para compor a fundamentação teórica e definir uma proposta inicial. Na segunda etapa, foi realizada a construção de uma ferramenta tecnológica assistiva, com o propósito de ampliar as opções de artefatos já existentes, usando como base a utilização do modelo de processo incremental que, consiste em uma sequência de atividades para criação do software, sendo passível de atualização caso necessário. Na terceira e última etapa, foi realizada a aplicação de questionário baseado para avaliar o software desenvolvido, com o propósito de verificar o grau de aceitação do aplicativo proposto.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma aplicação que sirva como recurso pedagógico para auxiliar no processo de comunicação entre falantes da língua portuguesa e Libras no processo de alfabetização.

Portanto, como resultados obtidos, destacam-se as contribuições no cenário atual de pesquisas voltadas a soluções de aprendizado de máquina, aplicadas ao reconhecimento de sinais em Libras, juntamente com a proposição de uma aplicação mobile Tal-

kLibras, que foi desenvolvida a partir do corpo de conhecimento adquirido no MS realizado neste trabalho, como forma de propor uma aplicação que sirva como recurso pedagógico para auxiliar no processo de comunicação entre falantes da Língua Portuguesa e Libras no processo de alfabetização. A ferramenta apresentada permite a tradução entre as duas línguas, contando com um teclado inteiramente em Libras, desenvolvido especificamente para este estudo, além de um módulo de câmera que utiliza uma rede neural para reconhecer as letras estáticas do alfabeto em Libras.

Neste trabalho são apresentados os elementos essenciais que compõem um MS, e o processo de construção de uma aplicação mobile. O restante do artigo está organizado da seguinte maneira. A Seção 2 apresenta alguns conceitos relacionados e discute os trabalhos relacionados. A Seção 3 detalha a metodologia utilizada. A Seção 4 apresenta os resultados obtidos bem como as análises, enquanto a Seção 5 apresenta as conclusões e os trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Conceitos Relacionados

2.1.1. Libras

Libras é uma língua viso-espacial utilizada por surdos e outras pessoas com deficiência auditiva para se comunicar. Reconhecida como língua oficial do Brasil, a Libras possui gramática própria, estrutura sintática e morfológica, e é fundamental para a inclusão escolar e social de pessoas surdas (STROBEL; FERNANDES, 1998).

Por possuir gramática própria e ser uma linguagem viso-espacial, os gestos podem ser classificados de duas formas: sinais estáticos, que são aqueles que mantêm uma posição fixa das mãos durante a sua produção, sem movimentos ou deslocamentos significativos; e sinais dinâmicos, que são aqueles que incluem movimentos e deslocamentos das mãos e outras partes do corpo para transmitir significado (MACSWEENEY et al., 2018).

2.1.2. Aprendizado de Máquina

O aprendizado de máquina é uma área da ciência da computação que tem como objetivo desenvolver algoritmos e modelos que permitam que máquinas aprendam com dados e tomem decisões com base nos padrões identificados nesses dados (PRAKASH; DEY; ASHOUR, 2021). Esse campo é impulsionado por avanços tecnológicos em hardware, software e grandes volumes de dados disponíveis para análise. Através de algoritmos sofisticados, as máquinas podem aprender a partir de exemplos passados e se adaptar a novas situações (DOMINGOS, 2012).

O campo de estudo em Machine Learning (ML) é dividido em muitos grupos e subgrupos, sendo os mais difundidos: aprendizado supervisionado e aprendizado não supervisionado (KHAN; UDDIN; AONO, 2021; MAHESH, 2020). O aprendizado supervisionado é usado quando há uma saída conhecida para cada entrada, sendo que o objetivo é aprender a mapear essas entradas para as saídas correspondentes. Por outro lado, o aprendizado não supervisionado é usado para explorar estruturas ocultas nos dados, sendo que o objetivo é aprender a partir dos próprios dados, sem a necessidade de

uma saída conhecida. Ambos os tipos de aprendizado têm diferentes aplicações e podem ser combinados para obter resultados mais precisos e abrangentes (LECUN; BENGIO; HINTON, 2015).

2.2. Trabalhos Relacionados

Na literatura, não foi possível encontrar algum Mapeamento Sistemático que abrangesse especificamente estudos que abordam o reconhecimento de sinais em Libras. Entretanto, trata-se de um tema bastante rico quando coloca-se em perspectiva a análise do reconhecimento de gestos em outras linguagens de sinais, a exemplo disso, pode-se citar o trabalho de Neiva e Zanchettin (2018), em contrapartida, parece haver um apreço pela construção de tecnologias que auxiliem no processo de comunicação entre falantes da Língua Portuguesa e Libras, como em Zaiter e Schiavini (2020) e em Dantas (2017).

Em seu estudo, Neiva e Zanchettin (2018) desenvolveram uma revisão com o objetivo de investigar os métodos de reconhecimento de sinais estáticos e dinâmicos em diversas linguagens de sinais, tendo como foco principal, evidenciar a utilização de tais artifícios no contexto mobile e no reconhecimento de expressões faciais atreladas à linguagens de sinais. Dentre os métodos encontrados, destaca-se o aprendizado de máquina, que utiliza-se de recursos especiais, como hardwares especializados e extrações de características, a fim de obter maior eficácia. Logo, o presente trabalho difere-se no objetivo de elucidar o uso de técnicas de aprendizagem de máquina no reconhecimento de gestos em Libras em um contexto mais amplo do que apenas no uso mobile, além de propor a construção de uma aplicação a partir do corpo de conhecimento adquirido.

Em contrapartida, Zaiter e Schiavini (2020) buscaram discutir a o uso de uma luva capaz de captar dados da configuração de mão a fim de treinar uma rede neural concorrente para traduzir dez sinais de Libras para a Língua Portuguesa, através da comunicação com uma aplicação mobile que exibe a letra correspondente a configuração de mão feita pela luva. Portanto, o presente trabalho assemelha-se ao utilizar uma aplicação mobile e uma rede neural para realizar o reconhecimento de sinais em Libras, mas difere-se ao fazer isso por meio de imagens provenientes da câmera do dispositivo, não sendo necessário uma ferramenta externa, como a luva citada.

Porém, em seu estudo, Dantas (2017) realizou a construção de uma aplicação mobile que possuía um teclado com o objetivo de converter imagens de sinais em Libras para frases semelhantes a escrita da Língua Portuguesa, sem levar em conta recursos gramaticais. Logo, o presente trabalho difere-se deste pelo fato de apresentar um teclado totalmente em Libras que possui alguns recursos gramaticais como pontuações utilizadas no cotidiano, alfabeto e numerais de 0 a 9 em Libras, além disso, apresenta a conversão de mão dupla entre o alfabeto em Libras e a Língua Portuguesa, bem como possui a tratativa de um banco de dados.

Contudo, os estudos abordados elucidam tanto um panorama geral de Línguas de Sinais, como a aplicação de ferramentas tecnológicas nesse meio. Entretanto, não apresentam a junção dessas duas abordagens em um estudo voltado especificamente para a Libras. Portanto, de maneira geral, o seguinte trabalho diferencia-se dos demais por buscar fornecer um olhar sobre o reconhecimento de sinais em Libras através do aprendizado de máquina e apresentar um ferramenta assistiva baseada no corpo de conhecimento adquirido.

3. Metodologia

A metodologia utilizada neste estudo, diz respeito a criação de uma aplicação assistiva para comunicação em Libras. Para alcançar o objetivo proposto, seguiu-se a abordagem apresentada na Figura 1.



Figura 1. Metodologia utilizada no estudo

Como primeiro passo da pesquisa, foi realizado um Mapeamento Sistemático (MS) aplicado a trabalhos que propunham o reconhecimento de sinais de Libras utilizando Aprendizado de Máquina, motivado a identificar, classificar e contabilizar as principais abordagens utilizadas dentro desse determinado campo de estudo (PETERSEN et al., 2008), buscando criar um corpo de conhecimento, promover a visão geral desse tópico e encontrar possíveis lacunas passíveis de pesquisas futuras (KEELE et al., 2007).

Assim, a partir do corpo de conhecimento obtido, a segunda etapa contou com a construção da aplicação seguindo o modelo de processo incremental de desenvolvimento de software, onde foi desenvolvido um protótipo inicial da aplicação, o qual foi exposto aos comentários dos usuários, seguida por várias versões até que o sistema estivesse desenvolvido de forma satisfatória, com ajuda do feedback rápido entre todas as atividades (SOMMERVILLE, 2019).

Após a construção da aplicação, na terceira etapa foram realizados alguns testes específicos com usuários especializados no ensino da Libras, onde foi medido o grau de satisfação com a aplicação, perspectivas de uso e recomendações para melhoria da ferramenta em trabalhos futuros, tanto como meio de comunicação quanto como ferramenta de ensino-aprendizagem no processo de alfabetização de Libras e da Língua Portuguesa.

4. Análise e discussão dos Resultados

4.1. Mapeamento Sistemático

4.1.1. Protocolo do Mapeamento Sistemático

O metodologia utilizada no Mapeamento Sistemático seguiu o processo descrito por (PETERSEN et al., 2008), e foi dividida em quatro etapas, sendo elas: a definição das questões de pesquisa; a formulação da string de busca; a definição dos critérios de seleção de artigos; e a extração dos dados.

4.1.1.1 Questões de pesquisa

O principal objetivo desse mapeamento foi apresentar o atual cenário das pesquisas voltadas à soluções de aprendizado de máquina aplicadas ao reconhecimento de sinais em

Libras, por isso, foi estabelecida como Questão Primária (QP): Como o aprendizado de máquina tem sido utilizado para o reconhecimento de sinais em Libras?

Para auxiliar o entendimento acerca do tema, foram estabelecidas as seguintes Questões Secundárias (QS): (QS1) Quais métodos de aprendizado de máquina tem sido aplicados ao reconhecimento de sinais em Libras? (QS2) Quais métodos demonstram possuir maior acurácia? (QS3) Quais tecnologias têm sido atreladas a esses métodos? (QS4) Quais tipos de sinais foram reconhecidos em estudos? (QS5) Em que contexto o estudo desenvolvido se insere? (QS6) Foi desenvolvida alguma ferramenta a partir do modelo treinado? (QS7) Qual conjunto de imagens foi utilizado para realizar o treinamento?

4.1.1.2 Strings de busca

A fim de conduzir a pesquisa, foram realizadas buscas automatizadas por meio de pesquisas em bibliotecas digitais pertencentes a editoras listadas no Portal de Periódicos da CAPES: Scopus, IEEE, ACM Digital Library e da biblioteca digital mantida pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), a SBC-OpenLib (SOL).

Para encontrar as publicações de interesse, foram realizadas buscas restritas utilizando palavras-chave específicas. A expressão de busca foi definida levando em consideração dois dos quatro aspectos indicados por Petersen et al. (2008), a saber: População e Intervenção, conforme descrito abaixo.

Para realizar a investigação por meio de buscas automatizadas, restrita ao idioma Português:

- **População:** Publicações que fazem referência ao reconhecimento de gestos em Libras.
 - **Palavras-chave:** “reconhecimento de sinais em Libras” OU “reconhecimento de gestos em Libras”
- **Intervenção:** Publicações que fazem referência ao uso de técnicas de aprendizado de máquina no contexto de reconhecimento de sinais em libras.
 - **Palavras-chave:** “Machine Learning em Libras” OU “Deep Learning em Libras”

Para realizar a investigação por meio de buscas automatizadas, restrita ao idioma Inglês:

- **População:** Publicações que fazem referência ao reconhecimento de gestos em Libras.
 - **Palavras-chave:** “sign recognition in Libras” OR “gesture recognition in Libras”
- **Intervenção:** Publicações que fazem referência ao uso de técnicas de aprendizado de máquina no contexto de reconhecimento de sinais em libras.
 - **Palavras-chave:** “Machine Learning in Libras” OR “Deep Learning in Libras”

Em suma, as *strings* de busca, podem ser resumidas em duas, uma para trabalhos em português e outra para trabalhos em inglês, sendo respectivamente:

- (reconhecimento) AND (gesto OR sinais) AND (*machine learning* OR *deep learning*) AND (LIBRAS OR Libras OR libras)
- (*recognition*) AND (*gesture* OR *sign*) AND (*machine learning* OR *deep learning*) AND (LIBRAS OR Libras OR libras)

4.1.1.3 Critérios de seleção dos trabalhos

Esta pesquisa se restringiu a análise de artigos disponíveis até o mês de Abril de 2023 (período de tempo em que foi conduzido o MS). E seguiu os seguintes Critérios de Seleção de Artigos (CSA): (CSA1) Possuir acesso pela CAPES ou gratuito na web; (CSA2) Ser escrito em inglês ou em português; (CSA3) Ser artigo científico de periódicos ou eventos, monografias, dissertações ou teses; (CSA4) Ser um estudo completo; (CSA5) Abordar o uso de aprendizado de máquina ligado ao reconhecimento de sinais em Libras; (CSA6) Não ser estudo duplicado. Qualquer estudo que não satisfizesse a todos os critérios citados foi excluído do mapeamento.

4.1.1.4 Extração dos dados

A extração dos dados seguiu o processo de leitura inicial das informações presentes no resumo do artigo, onde foram descartados os trabalhos que não se enquadraram com o propósito do MS; seguido da leitura completa dos demais artigos, onde, posteriormente, foram registradas em tabelas as informações de publicações relevantes para a pesquisa, conforme os campos descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Coleta de Dados

A) Dados da Publicação	
Título	Indica o título do artigo
Autor(es)	Indica o nome dos Autores do artigo
Fonte de Publicação	Indica o local de publicação
Ano de Publicação	Indica o ano de publicação
Resumo	Texto contendo uma pequena descrição do artigo
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Descrição do método de ML utilizado
Acurácia do método utilizado	Descrição da acurácia do método
Tecnologias utilizadas em paralelo	Descrição das tecnologias que foram atreladas à ML
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Descrição dos sinais que foram reconhecidos
Contexto do estudo	Descrição do contexto em que o estudo foi desenvolvido
Ferramenta desenvolvida	Descrição da ferramenta que foi desenvolvida baseada no modelo treinado
Conjunto de treinamento	Descrição do conjunto de imagens que foi utilizado para o treinamento

4.1.2. Condução do mapeamento Sistemático

A execução do Mapeamento Sistemático se deu entre os meses de Abril e Maio de 2023, as publicações foram avaliadas e selecionadas conforme exposto no protocolo, a quantidade de trabalhos encontrados pode ser analisada de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2. Artigos encontrados em cada base

Base	Português	Inglês	Total por base
SOL	0	1	1
SCOPUS	0	10	10
IEEE	0	8	8
ACM	21	107	128
Google Acadêmico	50	50	100
Artigos Encontrados			247

Foram encontradas 247 publicações a partir das strings de buscas. A Tabela 3 apresenta o resultado da condução após a aplicação dos filtros. A Tabela 4 apresenta as 41 publicações que compuseram o mapeamento sistemático, as tabelas de extração de dados referentes aos artigos selecionados para o estudo encontram-se devidamente listadas no Apêndice A.

Tabela 3. Aplicação dos critérios de seleção nos artigos encontrados

Base	CSA1	CSA2	CSA3	CSA4	CSA5	CSA6
SOL	1	1	1	1	1	1
SCOPUS	7	7	7	7	5	4
IEE	8	8	8	8	5	4
ACM	128	128	98	97	6	4
Google Acadêmico	85	85	81	81	39	28
Artigos selecionados						41

Tabela 4. Artigos Selecionados

ID	Título	Autor(es)	Base/Ano
[P01]	Using Convolutional Neural Networks for Fingerspelling Sign Recognition in Brazilian Sign Language	(LIMA et al., 2019)	SOL/2019
[P02]	Extreme Learning Machine for Real Time Recognition of Brazilian Sign Language	(NETO et al., 2015)	SCOPUS/2015
Continua na próxima página			

Tabela 4. Artigos Selecionados

ID	Título	Autor(es)	Base/Ano
[P03]	An Efficient Static Gesture Recognizer Embedded System Based on ELM Pattern Recognition Algorithm	(CAMBUIM et al., 2016)	SCOPUS/2016
[P04]	Analysis of Influence of Segmentation, Features, and Classification in sEMG Processing: A Case Study of Recognition of Brazilian Sign Language Alphabet	(JUNIOR et al., 2020)	SCOPUS/2020
[P05]	Development and validation of a Brazilian sign language database for human gesture recognition	(REZENDE; ALMEIDA; GUIMARÃES, 2021)	SCOPUS/2021
[P06]	LIBRAS Sign Language Hand Configuration Recognition Based on 3D Meshes	(PORFIRIO et al., 2013)	IEEE/2013
[P07]	A Gait Energy Image Based System for Brazilian Sign Language Recognition	(PASSOS et al., 2021b)	IEEE/2021
[P08]	A Brazilian Sign Language Gesture Recognizing System Using Gait Energy Image	(PASSOS et al., 2021a)	IEEE/2021
[P09]	Towards a Tool to Translate Brazilian Sign Language (Libras) to Brazilian Portuguese and Improve Communication with Deaf	(ROCHA et al., 2020)	IEEE/2020
[P10]	A Two-Stream Model Based on 3D Convolutional Neural Networks for the Recognition of Brazilian Sign Language in the Health Context	(SILVA et al., 2020)	ACM/2020
[P11]	Gesture Recognition for Fingerspelling Applications: An Approach Based on Sign Language Chermes	(MADEO et al., 2010)	ACM/2010
[P12]	A Real-Time System to Recognize Static Gestures of Brazilian Sign Language (Libras) alphabet using Kinect	(ANJO; PIZZOLATO; FEUERSTACK, 2012)	ACM/2012
[P13]	Automatic Recognition of Finger Spelling for LIBRAS based on a Two-Layer Architecture	(PIZZOLATO; ANJO; PEDROSO, 2010)	ACM/2010
[P14]	Um sistema de baixo custo para reconhecimento de gestos em LIBRAS utilizando visão computacional	(MONTEIRO et al., 2016)	Google Acadêmico/2016
[P15]	Classificação de libras em imagens através de redes neurais convolucionais	(SANTOS; QUARTO, 2022)	Google Acadêmico/2012
[P16]	SingApp: Um Modelo de Identificação de Língua de Sinais Através de Captura de Movimento em Tempo Real	(LEAL, 2018)	Google Acadêmico/2018

Continua na próxima página

Tabela 4. Artigos Selecionados

ID	Título	Autor(es)	Base/Ano
[P17]	Desenvolvimento de Protótipo para Reconhecimento de Gestos de uma das mãos	(BONATTO, 2018)	Google Acadêmico/2018
[P18]	Sistema Inteligente para Captura e Interpretação de Dados Temporais da Língua Brasileira de Sinais a partir de uma Luva Instrumentada	(ZAITER; SCHIAVINI, 2020)	Google Acadêmico/2020
[P19]	Análise de configurações de mão em Linguagem Brasileira de Sinais com base em aprendizagem de máquina sobre sequências de imagens com sub amostragem e reescalamento temporal	(SANTOS, 2021)	Google Acadêmico/2021
[P20]	Reconhecimento de gestos em vídeos utilizando modelos ocultos de Markov e redes neurais convolucionais aplicado a libras	(BREDA et al., 2018)	Google Acadêmico/2018
[P21]	Reconhecimento de sinais da Libras utilizando descritores de forma e redes neurais artificiais	(BASTOS, 2016)	Google Acadêmico/2021
[P22]	Classificação automática de sinais visuais da Língua Brasileira de Sinais representados por caracterização espaço-temporal	(MACHADO et al., 2018)	Google Acadêmico/2018
[P23]	STILL: Sistema Tradutor Inteligente de LIBRAS com Luva	(GAIO, 2020)	Google Acadêmico/2020
[P24]	Comparação de algoritmos de reconhecimento de gestos aplicados à sinais estáticos de Libras	(CRUZ, 2019)	Google Acadêmico/2019
[P25]	Uma estratégia para reconhecimento de sinais da Língua Brasileira de Sinais utilizando aprendizado profundo	(CRUZ, 2020)	Google Acadêmico/2020
[P26]	Uma Proposta de Sistema para Tradução entre Linguagens de Sinais	(NEIVA, 2015)	Google Acadêmico/2015
[P27]	Reconhecimento de Libras em frames estáticos de vídeos utilizando CNN e técnicas de pré-processamento de imagens	(CLAUDINO, 2022)	Google Acadêmico/2022
[P28]	Aprendizagem profunda para reconhecimento de gestos da mão usando imagens e esqueletos com aplicações em Libras	(VOIGT et al., 2018)	Google Acadêmico/2018
[P29]	Computer Vision and Neural Networks for Libras Recognition	(FURTADO; OLIVEIRA, 2021)	Google Acadêmico/2021
[P30]	Rede Neural Artificial Convolucional Aplicada ao Reconhecimento de Configuração de Mão nos Símbolos de 0 a 9 da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)	(SANTOS et al., 2019)	Google Acadêmico/2019

Continua na próxima página

Tabela 4. Artigos Selecionados

ID	Título	Autor(es)	Base/Ano
[P31]	Reconhecimento de sinais estáticos de LIBRAS com Support Vector Machines usando Kinect	(PERDOMO; SIQUEIRA, 2016)	Google Acadêmico/2016
[P32]	Aprendizado profundo no reconhecimento de sinais estáticos de Libras	(CAIAFA et al., 2020)	Google Acadêmico/2020
[P33]	Talkbox – Tradução de Libras com Machine Learning	(ROSSIT; OLIVEIRA; VASCONCELOS, 2022)	Google Acadêmico/2022
[P34]	Processo para Reconhecimento e Tradução de Sinais em LIBRAS Utilizando Redes Neurais Artificiais	(SOBRINHO et al., 2020)	Google Acadêmico/2020
[P35]	Reconhecimento de linguagem de sinais: aplicação em LIBRAS	(BARROS; PONTES; ALMEIDA, 2014)	Google Acadêmico/2014
[P36]	Sign Language Recognition with Support Vector Machines and Hidden Conditional Random Fields Going from Fingerspelling to Natural Articulated Words	(SOUZA; PIZZOLATO, 2013)	Google Acadêmico/2013
[P37]	An Instrumented Glove for Recognition of Brazilian Sign Language Alphabet	(DIAS; JÚNIOR; PICHORIM, 2021)	Google Acadêmico/2021
[P38]	A robust gesture recognition using hand local data and skeleton trajectory	(ESCOBEDO-CARDENAS; CAMARA-CHAVEZ, 2015)	Google Acadêmico/2015
[P39]	Implementation of Classification Algorithms in a Smart Glove for Hand Gesture Detection	(QUIRINO et al., 2018)	Google Acadêmico/2018
[P40]	Automatic Recognition of Continuous Signing of Brazilian Sign Language for Medical Interview	(SOUZA et al., 2021)	Google Acadêmico/2021
[P41]	Evaluating Sign Language Recognition Using the Myo Armband	(ABREU et al., 2016)	Google Acadêmico/2016

4.1.3. Análise dos Resultados do Mapeamento Sistemático

Com relação a primeira questão de pesquisa "Quais métodos de aprendizado de máquina tem sido aplicados ao reconhecimento de sinais em Libras?", foi identificado que os três métodos mais utilizados foram: a *Convolutional Neural Network* (CNN), presente em 19 publicações; a *Support Vector Machine* (SVM), presente em 11 publicações; e a *Multi Layer Perceptron* (MLP), presente em 8 publicações. Em relação a essa questão de pesquisa, é importante salientar que muitas das publicações utilizaram mais de um método

em seu estudo, na Figura 2 encontram-se os dados completos referente a essa questão de pesquisa.

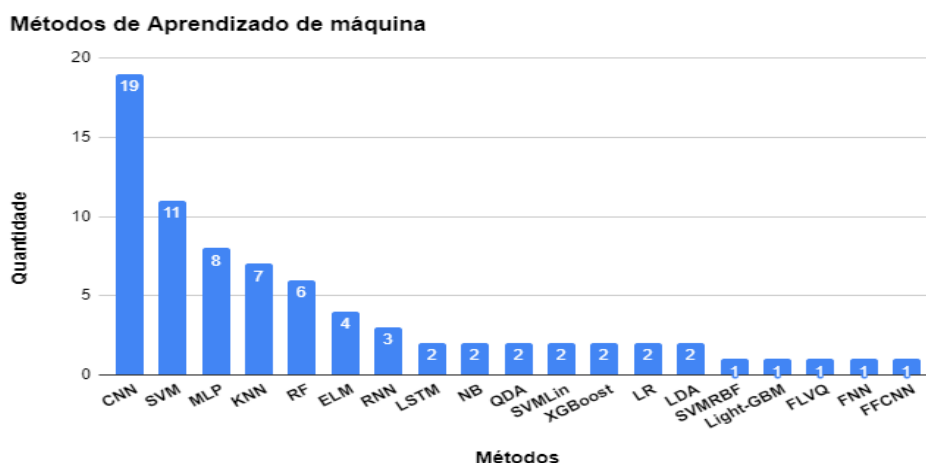


Figura 2. Métodos de aprendizado de máquina mais utilizados

Em relação a segunda questão de pesquisa, "Quais métodos demonstram possuir maior acurácia?", nota-se que as três maiores acurácias vieram dos seguintes métodos: a CNN da publicação [P20], que obteve uma precisão de 100%, sendo importante salientar que esse resultado só foi obtido nos conjuntos de teste; a MLP da publicação [P28], a *Random forest* da (RF) da [P04] e a *Long Short Term Memory* (LSTM) da [P28], ambas com uma acurácia de 99%; e a SVM da [P06], que obteve uma acurácia de 98.36%. É notável o fato de que os três métodos de aprendizado de máquina que foram identificados como os mais utilizados no contexto desse estudo, aparecem entre os modelos com maior acurácia entre as publicações selecionadas. Na Figura 3 encontram-se os dados completos referente a essa questão de pesquisa.

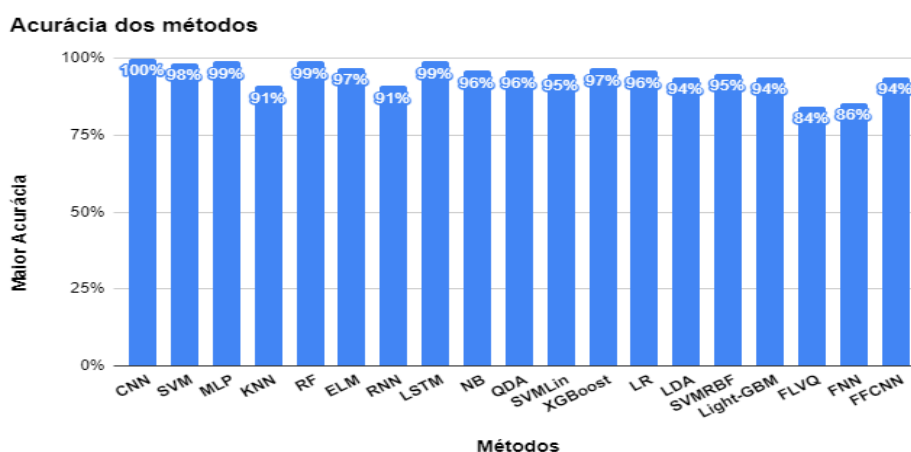


Figura 3. Acurácia dos métodos

Referente a terceira questão de pesquisa, "Quais tecnologias têm sido atreladas a esses métodos?", as três principais tecnologias identificadas foram: câmera RGB, presente em 28 publicações, dentre as quais podemos citar o estudo [P20]; sensor kinect,

presente em 5 publicações, dentre elas o estudo [P06]; e as Luvas Especiais, presente em 4 publicações, dentre elas a [P39]. É importante salientar que alguns estudos utilizaram mais de um tipo de tecnologia para captura de dados, como o [P23] que utilizou a combinação de uma luva especial e uma câmera RGB para realizar a captura de gestos. Na Figura 4 encontram-se os dados completos referente a essa questão de pesquisa.

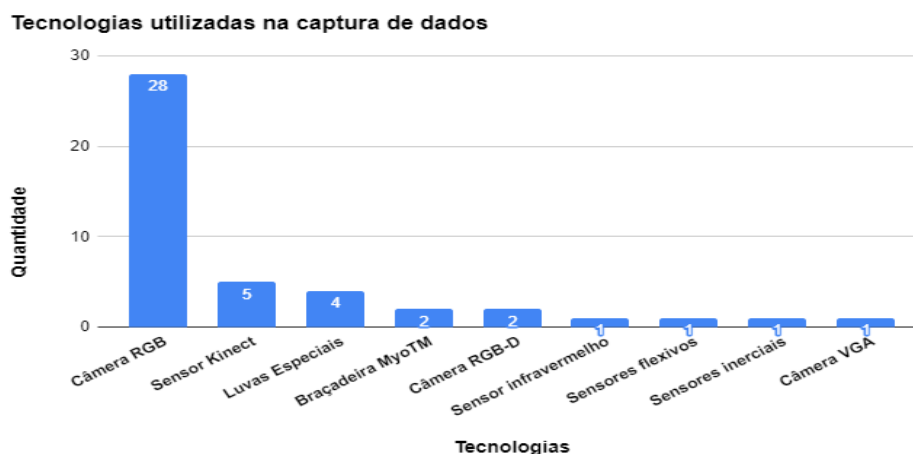


Figura 4. Tecnologias utilizadas na captura de dados

Com relação a quarta questão de pesquisa, "Quais tipos de sinais foram reconhecidos em estudos?", como mostrado na Figura 5, dos 41 artigos selecionados no mapeamento: 9 reconheceram o alfabeto completo; 8 reconheceram sinais estáticos e dinâmicos relacionados a vários contextos; 8 não especificaram quais sinais foram reconhecidos e nem se eram de natureza estática ou dinâmica; 6 reconheceram apenas letras estáticas; 6 reconheceram apenas sinais dinâmicos; 2 reconheceram apenas sinais estáticos relacionados a diversos contextos e apenas 2 reconheceram algarismos. É importante salientar que apesar de haver uma maior inclinação para o reconhecimento das letras do alfabeto, a maior parte da comunicação em Libras é feita através de sentenças construídas a partir da combinação de sinais estáticos e dinâmicos (BREGA et al., 2008).

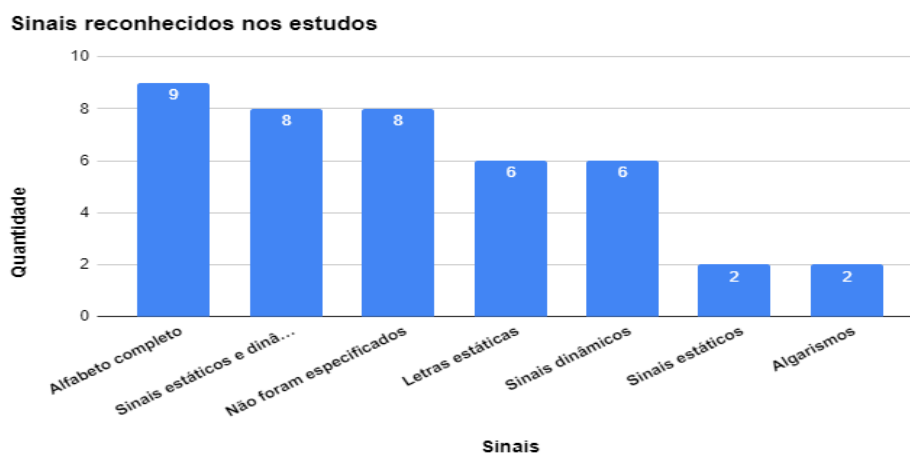


Figura 5. Sinais reconhecidos nos estudos

Em relação a quinta questão de pesquisa, "Em que contexto o estudo desenvolvido se insere?", como mostrado na Figura 6, dos 41 estudos selecionados: 16 visam propor uma solução para um problema, como [P10], que busca propor uma solução para o reconhecimento de sinais em Libras no contexto da saúde; dos demais, 16 buscam apenas propor uma arquitetura, como [P02], que visa propor uma arquitetura para ser utilizada em plataformas embarcadas; do restante, 5 buscam apenas verificar uma viabilidade, como [P17], que buscou atestar a viabilidade de sensores flexivos e inerciais na captação de dados para o treinamento de uma rede neural Feedforward para reconhecimento de sinais em Libras; e 4 buscaram propor e validar um base de dados, como [P20], que buscou propor um novo banco de dados de vídeos em Libras ao mesmo tempo em que treinava uma combinação de *Hidden Markov model* (HMM) e CNN.

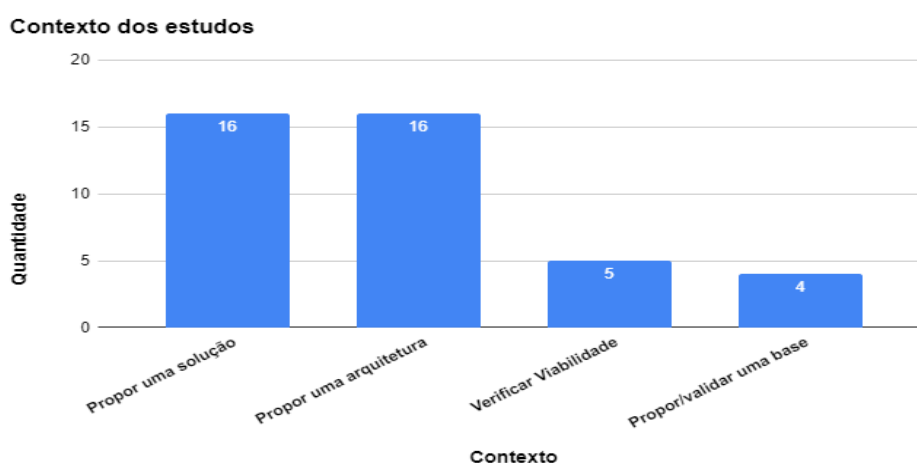


Figura 6. Contexto dos estudos selecionados

Referente a sexta questão de pesquisa, "Foi desenvolvida alguma ferramenta a partir do modelo treinado?", como mostrado na Figura 7: Dos 41 estudos selecionados, 29 não possuíam ferramenta desenvolvida e nem pretendiam desenvolver alguma, a exemplo da publicação [P10], que apesar de não construir alguma ferramenta, visava, a partir de seu trabalho, impulsionar a construção de ferramentas que auxiliassem no processo de comunicação entre paciente e médico; dos trabalhos restantes, 10 deles desenvolveram alguma ferramenta, como a [P18], que desenvolveu uma aplicação mobile, que quando conectado a uma luva especial, traduz o sinal que está sendo feito; e 2 relatam a pretensão de aplicar o modelo na construção de uma futura ferramenta, como a [P09] que por meio de uma aplicação web e mobile, relata a pretensão de integrar o modelo desenvolvido ao *call center* de uma grande fabricante de computadores.

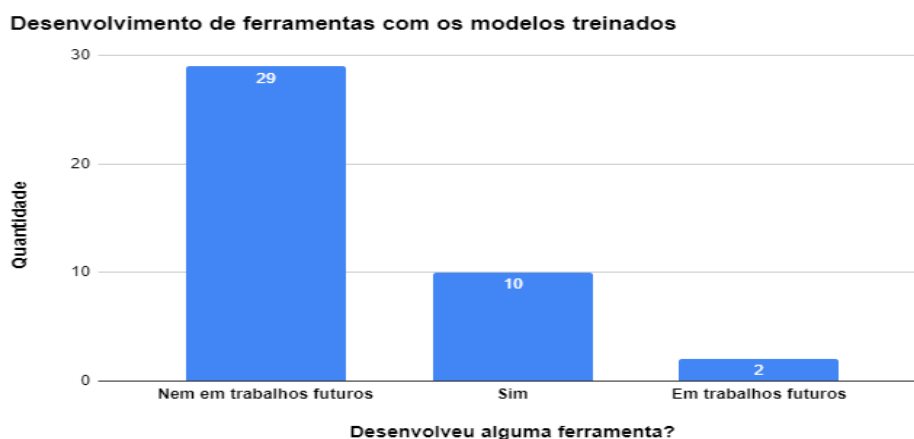


Figura 7. Desenvolvimento de ferramentas com os modelos treinados

Com relação a sétima questão de pesquisa, "Qual conjunto de imagens foi utilizado para realizar o treinamento", é possível observar que 26 estudos optaram por utilizar um conjunto próprio de imagens, mesmo que alguns não tenham citado a construção de uma base de dados como principal contribuição científica, entretanto a alguns conjuntos considerados clássicos para treinamento foram utilizados, como o MINDS-Libras e LIBRAS-HC-RGBDS. É importante salientar que apenas o estudo [P31] não descreveu a base de dados utilizada no treinamento, os dados completos referentes a essa questão de pesquisa encontram-se na Figura 8.



Figura 8. Bases de dados utilizadas para o treinamento

Portanto, em relação a questão primária, "Como o aprendizado de máquina tem sido utilizado para o reconhecimento de sinais em Libras?", pode-se observar que embora muitos trabalhos tenham sido desenvolvidos com o intuito de treinar um modelo de Aprendizado de Máquina para o reconhecimento de sinais em Libras, poucos tem aplicado devidamente esses modelos treinados em aplicações reais, bem como nenhum dos 41 trabalhos mencionou a disponibilidade, do modelo treinado, em um repositório público; além de que não foi descrita a avaliação desses softwares no ponto de vista do público alvo.

4.2. Projeto da Aplicação TalkLibras

4.2.1. Levantamento de Requisitos

O levantamento de requisitos foi realizado a partir do corpo de conhecimento obtido no Mapeamento Sistemático, bem como em conversas com o orientador e professores com experiência no ensino da Libras. Os requisitos Funcionais, Não Funcionais e as Regras de Negócio são respectivamente apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 5. Requisitos Funcionais

Identificador	Descrição	Prioridade	Requisitos relacionados
RF01	O aplicativo deve permitir que o usuário insira um texto em Português e converta-o para símbolos em Libras.	Essencial	
RF02	O aplicativo deve fornecer um teclado virtual com símbolos em Libras	Essencial	
RF03	O aplicativo deve permitir que o usuário insira sinais em Libras e converta-o para texto em Português.	Essencial	RF02
RF04	O aplicativo deve disponibilizar o menu tanto em Libras quanto em Português	Essencial	RF01 e RF03
RF05	O aplicativo deve armazenar o histórico das traduções realizadas pelos usuários.	Essencial	
RF06	O aplicativo deve listar as traduções já solicitadas pelo usuário	Essencial	RF05
RF07	O aplicativo deve ser capaz de capturar imagens da câmera do dispositivo.	Importante	
RF08	O aplicativo deve Utilizar as imagens capturadas da câmera como entrada para o reconhecimento de sinais em Libras	Importante	RF07
RF09	O aplicativo deve ser capaz de reconhecer símbolos do alfabeto estático da Libras a partir de imagens.	Importante	RF08

Tabela 6. Requisitos Não Funcionais

Identificador	Descrição	Categoria	Prioridade	Requisitos relacionados
RNF01	O aplicativo deve ser desenvolvido em Java e ser compatível com dispositivos Android.	Compatibilidade	Essencial	

Continua na próxima página

Tabela 6. Requisitos Não Funcionais

Identificador	Descrição	Categoria	Prioridade	Requisitos relacionados
RNF02	O módulo de reconhecimento de símbolos da Libras deve ser capaz de processar e identificar os sinais em tempo real, com o mínimo de atraso.	Desempenho	Essencial	
RNF03	O aplicativo deve fornecer informações claras sobre a política de privacidade, incluindo o uso do ID do dispositivo Android para identificação do usuário no Firebase.	Privacidade	Importante	
RNF04	O aplicativo deve solicitar permissão ao usuário para acessar a câmera e a memória do dispositivo, de modo a permitir o funcionamento correto do módulo de reconhecimento de símbolos.	Usabilidade	Essencial	RF08
RNF05	O sistema deve fornecer opções de ajuste do tamanho da fonte para garantir a legibilidade adequada e a acessibilidade para diferentes usuários.	Usabilidade	Desejável	
RNF06	O aplicativo deve utilizar o Firebase para armazenamento das traduções realizadas pelo usuário	Confiabilidade	Essencial	

Tabela 7. Regras de Negócio

Identificador	Descrição	Requisitos relacionados
RN01	A aplicação não deve sair da tela de splash enquanto as permissões não forem atendidas	RNF04
RN02	O usuário não pode realizar traduções enquanto a listagem do histórico de traduções não estiver concluída.	RF01 e RF03

4.2.2. Modelagem

As principais funcionalidades da aplicação estão representadas no diagrama de Casos de Uso da Figura 9; os processos dos casos de uso de conversão são apresentados por meio do Diagrama de Sequência da Figura 21; as representações abstratas das classes são apresentadas por meio do Diagrama de Classe da Figura 11 e a representação da estrutura interna da aplicação é mostrada na Figura 12. O restante dos diagramas estão no Apêndice B.

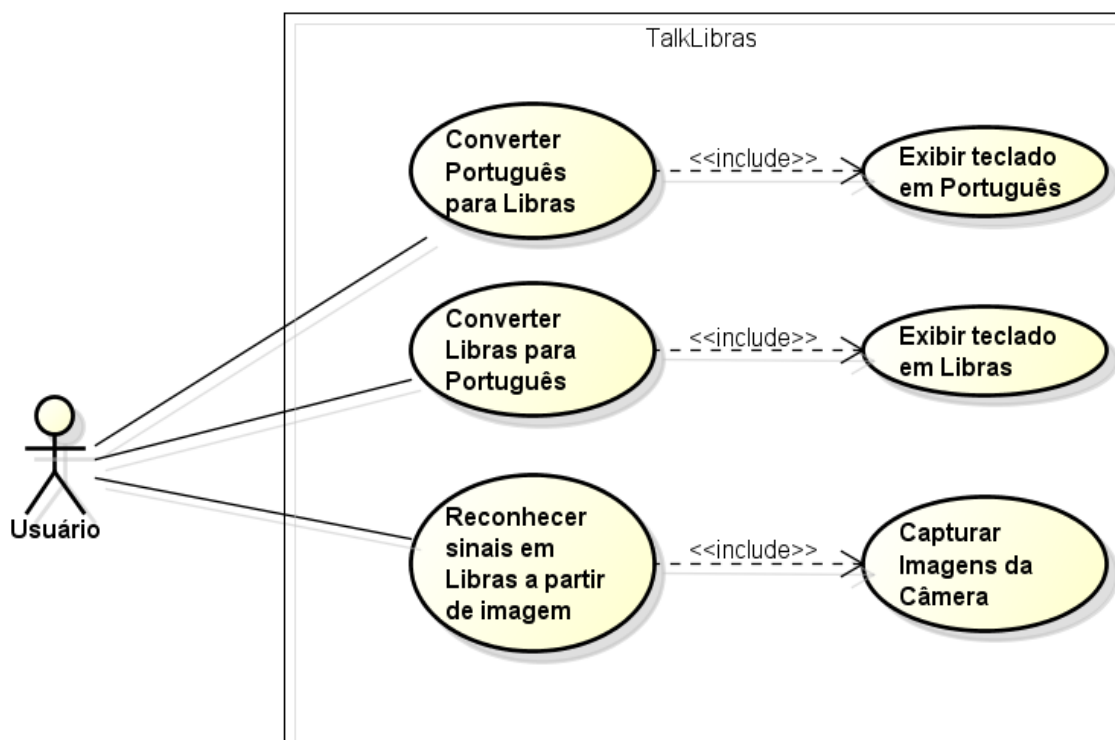


Figura 9. Diagrama de Casos de Uso do TalkLibras

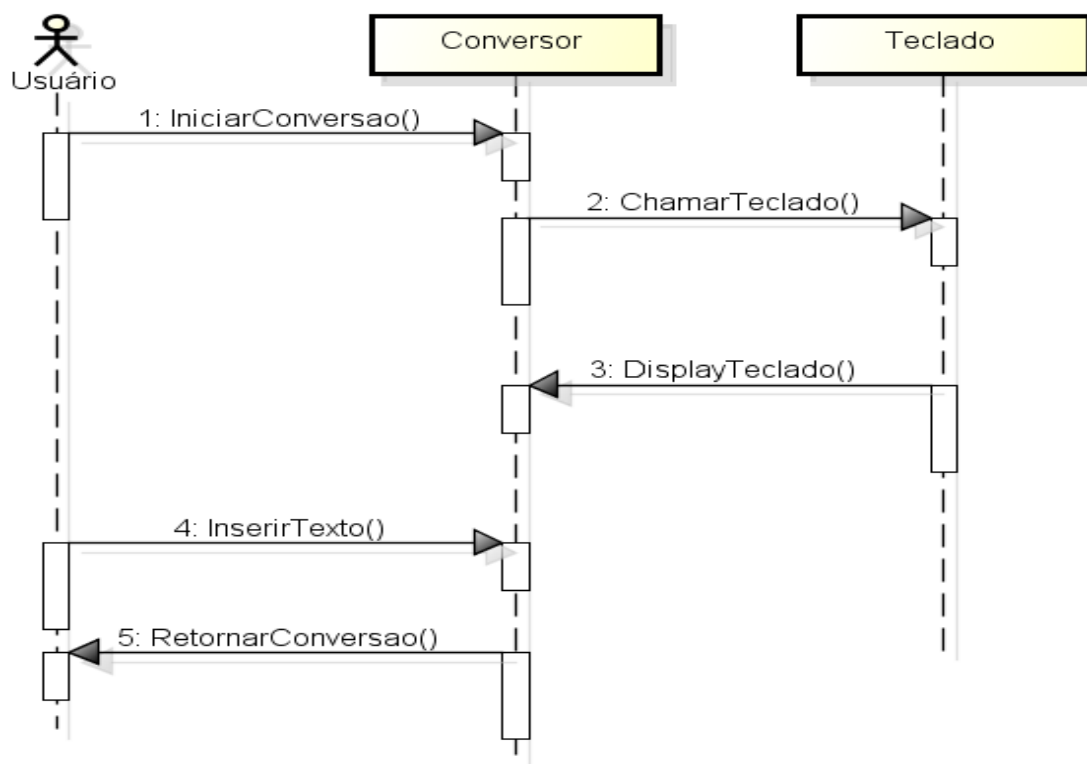


Figura 10. Diagrama de Sequência de Uso genérico para Conversão de texto dentro do TalkLibras

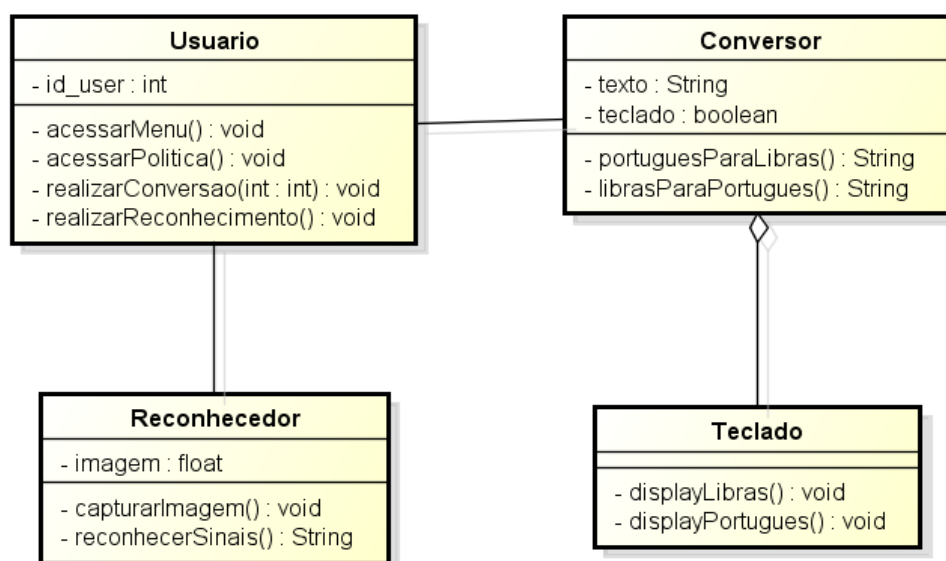


Figura 11. Diagrama de Classes da aplicação TalkLibras

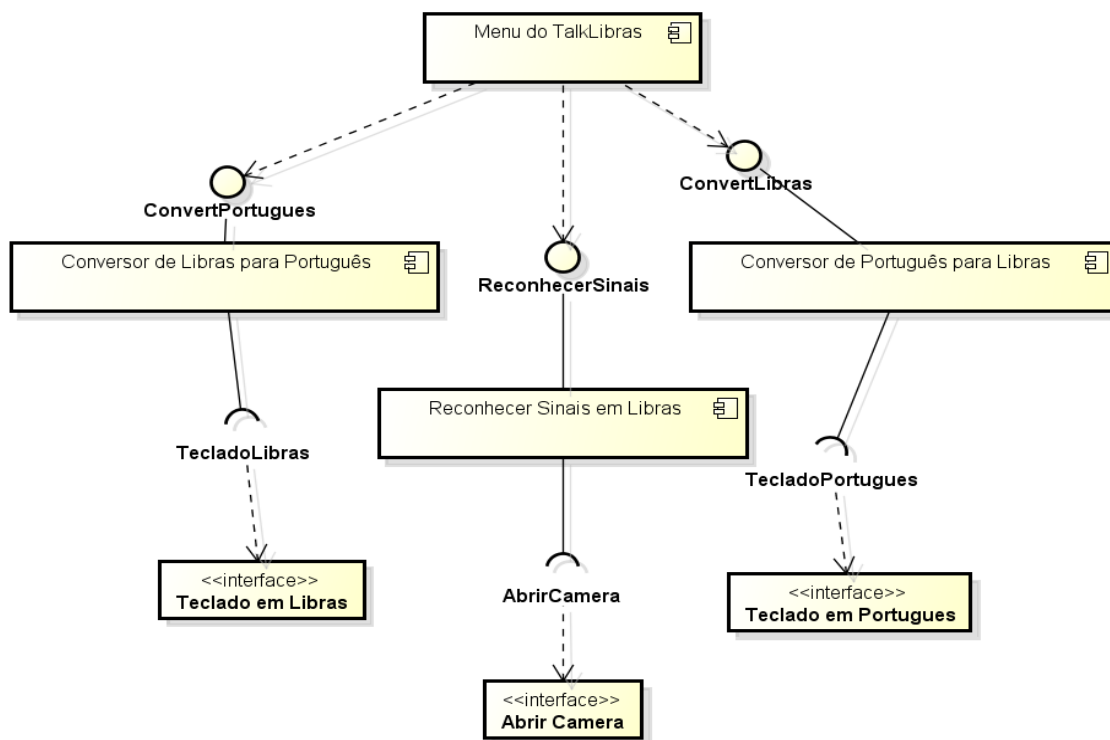


Figura 12. Diagrama de Componentes da aplicação TalkLibras

Em relação ao banco de dados, foi utilizado o FireBase e por se tratar de um banco não relacional, sua estrutura é apresentada na Figura 13. Onde o nó de "mensagens" agrupa os nós de "id" de cada usuário, seguido dos nós de referência das mensagens, onde cada nó de mensagem possui chave única, e dentro de cada "nó" existe um campo para o texto da mensagem e outro para registrar o horário da mensagem.



Figura 13. Estrutura do Banco de Dados do TalkLibras

4.2.3. Implementação do Software TalkLibras

Nesta seção será apresentado o resultado da implementação do software TalkLibras. A aplicação foi desenvolvida em Java, para Android, por se tratar de um sistema operacional livre, além de que a portabilidade em um dispositivo móvel trata-se de um recurso mais acessível e foi sugerido em conversas com educadores voltados à educação de surdos.

4.2.3.1 Conversão de Texto

A principal funcionalidade do software TalkLibras é a possibilidade de conversão de Texto entre Português e Libras, e isso só foi possível através da utilização da fonte de domínio público "Libras 2020", que está disponível em <https://www.librasol.com.br/fontes/>. Essa funcionalidade surgiu após a visita em loco em uma escola que possui uma turma voltada apenas para pessoas com necessidades especiais, onde foi identificada a necessidade de uma ferramenta que auxiliasse no processo de alfabetização de deficientes auditivos.

Atualmente, o processo de alfabetização é realizado através do uso da datilologia, em que a letra ou símbolo do alfabeto é representada por um gesto manual específico, como apresentado nas Figuras 14 e 15. Quando aplicada na alfabetização de deficientes auditivos, a utilização dessa estratégia auxilia no processo de memorização das letras e movimentos em Libras; em contrapartida, quando aplicada na alfabetização de não surdos, proporciona inclusão, enriquecimento da linguagem e da cidadania (FERNANDES; ROMEIRO, 2016).

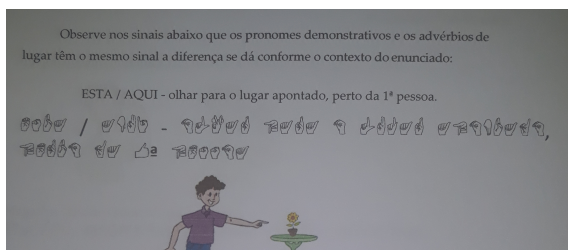


Figura 14. Trecho de apostila utilizada para alfabetização de deficientes auditivos na escola

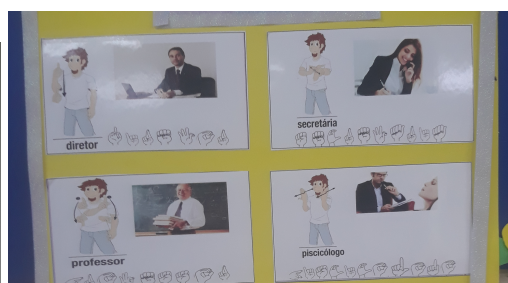


Figura 15. Trecho de quadro utilizado para alfabetização de deficientes auditivos na escola

A conversão atual de texto pode ser observado na Figura 16, em que o teclado padrão do Android é utilizado para inserir o texto em Português e a conversão é realizada para a fonte "Libras 2020"; também como recurso pedagógico, foi criado um teclado inteiramente em Libras, em que as letras do alfabeto foram convertidas para a fonte "Libras 2020", como apresentado na Figura 17. O restante das telas da aplicação TalkLibras podem ser consultados no Apêndice C.



Figura 16. Teclado para conversão de Português em Libras

Figura 17. Teclado para conversão de Libras em Português

4.2.3.2 Reconhecimento de sinais em Libras

Como proposta do emprego de Aprendizado de Máquina voltado para o reconhecimento de sinais Libras em um aplicação real, foi solicitado um módulo simples de câmera para captura de imagem e a classificação através de uma rede neural. Dos 41 artigos selecionados para o Mapeamento Sistemático, nenhum disponibilizou um modelo treinado para ser livremente utilizado. Portanto, foi incorporada uma rede neural do tipo CNN, postada em um repositório público em: <https://github.com/lucaaslb/cnn-libras/tree/master>. Por se tratar de um rede neural com formato de dados *Hierarchical Data Format 5* (HDF5), foi necessário a sua conversão para o modelo tflite, que é compatível com dispositivos mobile. Todo o processo de reconhecimento de sinais em Libras pode ser observado na Figura 18.

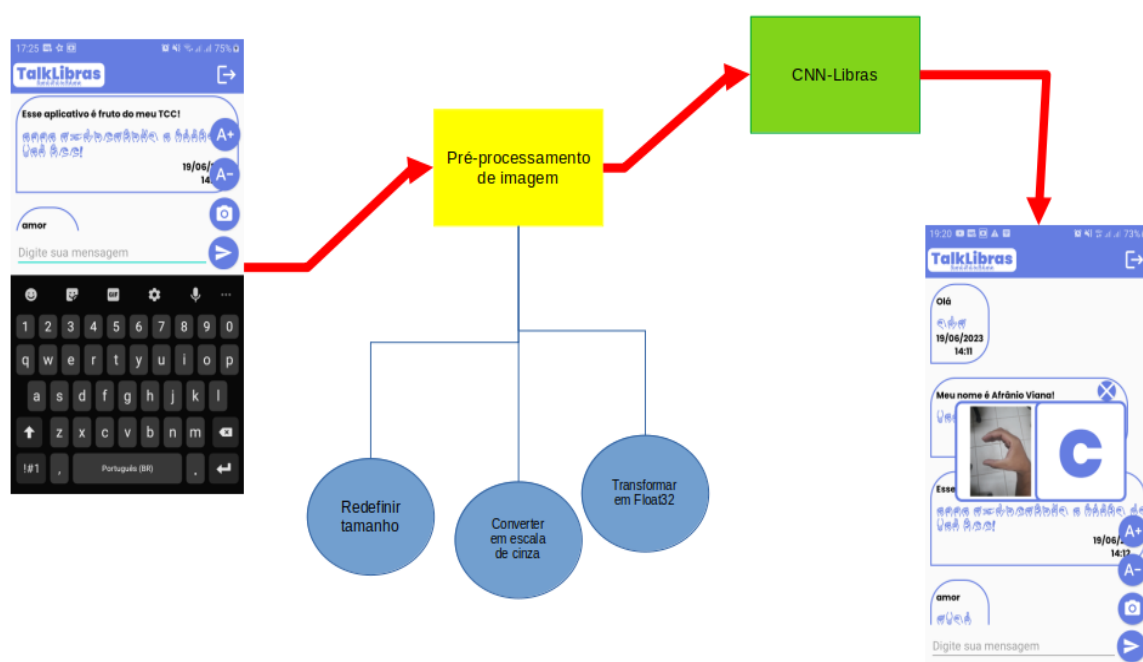


Figura 18. Processo de reconhecimento no TalkLibras

4.3. Avaliação do software TalkLibras

4.3.1. Planejamento da Avaliação

A seleção dos participantes se deu nas escolas e profissionais que trabalham com o público deficiente auditivo, no município de Itacoatiara, estado do Amazonas. A realização da avaliação contou com a colaboração de professores e profissionais interessados na aplicação, que atendem um dos seguintes perfis:

- Professores que trabalham com alfabetização do público com deficiência auditiva.
- Interessados na comunicação entre falantes da Língua Portuguesa e Libras.

4.3.2. Definição da Instrumentação

Nesta etapa, foi desenvolvido um questionário para os participantes, contendo perguntas sobre os dados dos participantes e sobre a usabilidade e aceitação do aplicativo desenvolvido. Os usuários são convidados utilizar o aplicativo e, após o uso, é proposto um questionário para entender a avaliação do software TalkLibras do ponto de vista pedagógico, que engloba quatro pontos principais, sendo eles: Atenção, relevância, confiança e satisfação. Antes de responder ao questionário, os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O modelo de questionário utilizado está disponível no Apêndice D.

Durante o período de 16 a 20 de Junho de 2023 foi disponibilizado o uso da ferramenta para professores especializados em educação especial para deficientes auditivos presentes no município de Itacoatiara-AM, devido a escassez, no município, de profissionais especializados na área, a avaliação foi realizada somente com duas professoras que trabalham com o público com deficiência auditiva.

4.3.3. Resultados da Avaliação

Nesta seção, serão apresentados os resultados do questionário de avaliação. O formulário foi aplicado em uma escola do município de Itacoatiara-AM, contando com a participação de 01 professora com muita experiência em Libras. Além disso, outra professora com experiência na área, que atua na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), se disponibilizou a avaliar o aplicativo, totalizando duas professoras experientes na área. Todos os dados sobre o perfil das participantes podem ser visualizados na Tabela 8.

Tabela 8. Perfil do participante

Participante	Sexo	Formação Acadêmica	Tempo de Magistério	Níveis de Ensino em Atuação	Instituição Atuante
P1	F	Normal Superior com Especialização em Psicopedagogia da Educação Especial	4 - 7 anos	Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Técnico e Superior	Pública
P2	F	Graduação em Letras com Especialização em Linguística Aplicada	8 - 10 anos	Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Técnico e Superior	Pública

Assim, no que diz respeito a avaliação do software, referente ao quesito de Atenção, o público percebeu a aplicação como uma ferramenta relativamente fácil de utilizar, com design atraente e minimalista, cuja disposição de elementos ajuda a manter a atenção nas funcionalidades principais da aplicação; um ponto ressaltado como interessante, foi o uso da fonte textual "Libras 2020", que já é conhecida no meio da comunidade pedagógica voltada para a alfabetização de surdos, conforme apresentado na Tabela 9. Além disso, a disponibilidade do menu em Libras e em Português, mostrado nas Figuras 19 e 20, foi dito como crucial para a utilização da aplicação.



Figura 19. Menu da aplicação (Português)

Figura 20. Menu da aplicação (Libras)

Tabela 9. Indicador de Atenção

Nº	Questão	-2	-1	0	1	2
1	O design do sistema é atraente					2
2	Há algo interessante no aplicativo que chama atenção inicialmente					2
3	A estrutura e elementos do aplicativo ajuda a manter a atenção					2
4	Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o aplicativo				1	1
5	Tem muitos elementos no aplicativo, deixando-o cansativo e irritante		2			
6	O usuário pode encontrar surpresas desagradáveis		2			
7	Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse aplicativo rapidamente					2
8	Eu achei o aplicativo atrapalhado de usar		2			
9	Eu me senti confiante ao usar o aplicativo					2
10	Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o aplicativo	1	1			

Em relação ao quesito de Relevância (ver Tabela 10), a percepção do público foi de que por apresentar elementos conhecidos para os futuros usuários, o software TalkLibras se apresenta como uma excelente ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem de Libras e Português, principalmente na funcionalidade de conversão textual, com ênfase no teclado criado especialmente em Libras, apresentado na Figura 17, que possibilita a conversão quase que imediata entre as duas línguas. Ambos os professores foram favoráveis à utilização da aplicação em sala de aula.

Tabela 10. Indicador de Relevância

Nº	Questão	-2	-1	0	1	2
1	O aplicativo tem elementos conhecidos pelos futuros usuários					2
2	Pode ser utilizado como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem de Libras e Português					2
3	Consegui concluir a tarefa de tradução no aplicativo					2
4	Possui ferramentas e elementos relevantes para o professor no conteúdo de suas aulas				1	1
5	Possui ferramentas e elementos interessantes para que os alunos possam utilizar em sala de aula					2
6	O aplicativo pode ser utilizado no dia a dia do público interessado, independentemente de ser no ambiente educacional				1	1
7	O público interessado teria algum tipo de limitação em utilizar o aplicativo	1	1			

A respeito dos quesitos "Confiança" e "Satisfação", o público teste relatou que o software TalkLibras possibilita autoconfiança no processo de ensino-aprendizagem da Libras, fornecendo autonomia ao público interessado, conforme apresentado na Tabela 11.

Com ressalva, ambas professoras relataram que não enxergam a ferramenta como inclusiva, mas sim como um recurso assistivo e pedagógico no uso da datilologia para alfabetização de surdos, questionados em relação ao que seria necessário para o TalkLibras se tornar uma ferramenta inclusiva, ambos os profissionais informaram que o principal fator é a fundamentação da linguagem, pois o recurso datilológico é interessante na alfabetização, mas o dialeto da Libras se estende para outros sinais estáticos e ainda mais para os dinâmicos, onde o alfabeto em Libras é considerado um empréstimo linguístico, pois é uma derivação da Língua Portuguesa; como ferramentas inclusivas, foram citadas o "Hand Talk" e o "VLibras", que apresentam avatares 3D para representar visualmente sinais estáticos e dinâmicos.

Tabela 11. Indicador de Confiança

Nº	Questão	-2	-1	0	1	2
1	O aplicativo é fácil de entender					2
2	Deixa claro o que deve ser feito					2
3	Possibilita uma autoconfiança na aprendizagem					2
4	Possibilita uma autonomia do público interessado, conseguindo se comunicar com as pessoas que não conhecem Libras, independentemente de estar no meio educacional					2

Ainda referente às funcionalidades da aplicação, foi sugerido a possibilidade de inserção de imagem no campo de mensagem, pois na aplicação da datilologia, é interessante o uso de artifícios visuais para o ensino de palavras, como mostrado na Figura 15. Além disso, seria desejável a aplicação de números cardinais e ordinais no teclado em Libras, pois como recurso da linguística da Libras, ambos possuem símbolos diferentes dependendo do uso. Em relação à utilização de um modelo de Aprendizado de Máquina já treinado na aplicação, foi visto como um recurso interessante para uso, mas que ainda precisa ser melhorado, pois apresenta alguns erros durante o reconhecimento de alguns símbolos, em partes, isso ocorre devido ao modo de treinamento do modelo, para isso almeja-se, futuramente, treinar um modelo próprio para isso.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou um mapeamento sistemático voltado à trabalhos que utilizem aprendizado de máquina para reconhecimento de sinais em Libras, bem como a construção de uma ferramenta assistiva proposta para utilização pedagógica no processo de ensino-aprendizagem de Libras e Língua Portuguesa. Após a avaliação da ferramenta do ponto de vista de pedagógico, pode-se entender que tecnologia apresentada atendeu a proposta e os requisitos do sistema de forma satisfatória.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma ferramenta pedagógica que pudesse auxiliar os professores e demais profissionais interessados no Processo de comunicação e alfabetização da língua portuguesa e Libras.

A conversa com profissionais especializados na área de alfabetização de surdos foi de fundamental importância para a condução e conclusão do trabalho. Possibilitando a criação de uma aplicação que possui os requisitos mínimos para ser utilizada como recurso auxiliar na alfabetização. Como principais fatores limitantes para a pesquisa, podem

ser citados: a dificuldade em achar modelos de acesso público já treinados para reconhecer sinais em Libras; a escassez de aplicações assistivas voltadas para o ensino-aprendizagem de Libras e Língua Portuguesa para servirem de modelo; o baixo quantitativo de profissionais, no município de Itacoatiara-AM, especializados na área de educação especial para o público com deficiência auditiva.

Como trabalhos futuros, pretende-se: realizar o treinamento e incorporação de um modelo próprio para reconhecimento de sinais em Libras na aplicação; adicionar a diferenciação dos numerais ordinais e cardinais no teclado em Libras; adicionar a possibilidade de inserção de imagem no campo de mensagem, com o intuito de ampliar o potencial da aplicação como recurso pedagógico; bem como almeja-se tornar utilizável, o teclado desenvolvido, como opção de layout em outras aplicações que não sejam o TalkLibras.

No mais, serão realizadas algumas modificações referentes à política de privacidade antes que a aplicação seja disponibilizada na loja de aplicativos para acesso ao público interessado. Além disso, o código da aplicação será disponibilizado inteiramente como público no Github, com intuito servir como impulso para o desenvolvimento de mais projeto voltados à área; ainda referente ao código, será criado um repositório público ensinando como modificar e incorporar o teclado em Libras em aplicações Android; bem como será disponibilizado o modelo de rede neural já convertido em "tflite", junto como o tutorial de como realizar o pré-processamento de imagem antes de utilizar o modelo.

Referências

- ABREU, J. G. et al. Evaluating sign language recognition using the myo armband. In: IEEE. *2016 XVIII symposium on virtual and augmented reality (SVR)*. [S.l.], 2016. p. 64–70.
- ANJO, M. dos S.; PIZZOLATO, E. B.; FEUERSTACK, S. A real-time system to recognize static gestures of brazilian sign language (libras) alphabet using kinect. In: *IHC*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 259–268.
- BARROS, R.; PONTES, A.; ALMEIDA, J. Reconhecimento de linguagem de sinais: aplicação em libras. *V Jornada de Informática do Maranhão on Proceedings, São Luís, Maranhão*, 2014.
- BASTOS, I. L. O. Reconhecimento de sinais da libras utilizando descritores de forma e redes neurais artificiais. Instituto de Matemática. Departamento de Ciência da Computação - Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, 2016.
- BONATTO, A. N. Desenvolvimento de protótipo para reconhecimento de gestos de uma das mãos. 2018.
- BRASIL. Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a língua brasileira de sinais - libras e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil/_03/leis/2002/110436.htm.
- BREDA, V. M. et al. Reconhecimento de gestos em vídeos utilizando modelos ocultos de markov e redes neurais convolucionais aplicado a libras. Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

- BREGA, J. R. F. et al. O emprego de realidade aumentada na viabilização da comunicação em libras. In: *WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA-WRVA*. [S.l.: s.n.], 2008. v. 5.
- CAIAFA, E. G. et al. Aprendizado profundo no reconhecimento de sinais estáticos de libras. In: *Proc. 38th Simpósio Brasileiro de Telecomunicações e Processamento de Sinais*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–5.
- CAMBUIM, L. F. et al. An efficient static gesture recognizer embedded system based on elm pattern recognition algorithm. *Journal of Systems Architecture*, v. 68, p. 1–16, 2016. ISSN 1383-7621. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383762116300601>.
- CASTRO, G. Z. *Reconhecimento de Línguas de Sinais Utilizando Redes Neurais Convolucionais e Transferência de Aprendizado*. Dissertação (Dissertação de mestrado) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
- CLAUDINO, M. M. Reconhecimento de libras em frames estáticos de vídeos utilizando cnn e técnicas de pré-processamento de imagens. Universidade Federal de Campina Grande, 2022.
- COSTA, C. F. F. et al. A fully automatic method for recognizing hand configurations of brazilian sign language. *Research on Biomedical Engineering*, SciELO Brasil, v. 33, p. 78–89, 2017.
- CRUZ, A. R. d. S. Uma estratégia para reconhecimento de sinais de língua brasileira de sinais utilizando aprendizado profundo. Universidade Federal do Amazonas, 2020.
- CRUZ, L. S. d. *Comparação de algoritmos de reconhecimento de gestos aplicados à sinais estáticos de Libras*. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2019.
- DANTAS, J. J. *TELI: Teclado Estrutural da Libras*. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.
- DIAS, T. S.; JÚNIOR, J. J. A. M.; PICHORIM, S. F. An instrumented glove for recognition of brazilian sign language alphabet. *IEEE sensors journal*, IEEE, v. 22, n. 3, p. 2518–2529, 2021.
- DIETTERICH, T. G. Machine learning. *Annual review of computer science*, Annual Reviews 4139 El Camino Way, PO Box 10139, Palo Alto, CA 94303-0139, USA, v. 4, n. 1, p. 255–306, 1990.
- DOMINGOS, P. A few useful things to know about machine learning. *Communications of the ACM*, ACM, v. 55, n. 10, p. 78–87, 2012.
- ESCOBEDO-CARDENAS, E.; CAMARA-CHAVEZ, G. A robust gesture recognition using hand local data and skeleton trajectory. In: IEEE. *2015 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*. [S.l.], 2015. p. 1240–1244.
- FERNANDES, C. C.; ROMEIRO, C. de A. A contribuição da datilologia como estratégia metodológica no processo de alfabetização. *Revista diálogos*, v. 4, n. 1, p. 170–185, 2016.

FURTADO, S. L.; OLIVEIRA, J. de. Computer vision and neural networks for libras recognition. In: SBC. *Anais do XVII Workshop de Visão Computacional*. [S.l.], 2021. p. 137–142.

GAIO, R. d. L. Still: sistema tradutor inteligente de libras com luva. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.

IBGE. *Censo Demográfico 2010*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/2010>.

JUNIOR, J. J. A. M. et al. Analysis of influence of segmentation, features, and classification in semg processing: A case study of recognition of brazilian sign language alphabet. *Sensors*, v. 20, n. 16, 2020. ISSN 1424-8220. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/16/4359>.

KEELE, S. et al. *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. [S.l.], 2007.

KHAN, M. S.; UDDIN, M. Z. M.; AONO, M. Deep learning with transfer learning for image recognition: A comprehensive review. *Neurocomputing*, Elsevier, v. 460, p. 505–525, 2021.

LEAL, M. M. Singapp: um modelo de identificação de língua de sinais através de captura de movimento em tempo real. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2018.

LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning: A review. *Nature*, Nature Publishing Group, v. 521, n. 7553, p. 436–444, 2015.

LIMA, D. F. L. et al. Using convolutional neural networks for fingerspelling sign recognition in brazilian sign language. In: *Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2019. p. 109–115. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/webmedia/article/view/8008>.

MACHADO, M. C. et al. Classificação automática de sinais visuais da língua brasileira de sinais representados por caracterização espaço-temporal. Universidade Federal do Amazonas, 2018.

MACSWEENEY, M. et al. Static and dynamic lexical signs in sign language: An fmri investigation. *Frontiers in Psychology*, Frontiers, v. 9, p. 1963, 2018.

MADEO, R. C. et al. Gesture recognition for fingerspelling applications: an approach based on sign language cheremes. In: *Proceedings of the 12th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 261–262.

MAHESH, B. Machine learning algorithms-a review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. [Internet], v. 9, p. 381–386, 2020.

MONTEIRO, C. H. d. A. et al. Um sistema de baixo custo para reconhecimento de gestos em libras utilizando visão computacional. In: *Proc. 34th Simpósio Brasileiro de Telecomunicações e Processamento de Sinais*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 349–352.

NEIVA, D. H. *Uma proposta de sistema para tradução entre linguagens de sinais*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

NEIVA, D. H.; ZANCHETTIN, C. Gesture recognition: A review focusing on sign language in a mobile context. *Expert Systems with Applications*, v. 103, p. 159–183,

2018. ISSN 0957-4174. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417418300654>).

NETO, F. M. D. P. et al. Extreme learning machine for real time recognition of brazilian sign language. In: *2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1464–1469.

PASSOS, W. L. et al. A brazilian sign language gesture recognizing system using gait energy image. In: IEEE. *2021 IEEE 12th Latin America Symposium on Circuits and System (LASCAS)*. [S.l.], 2021. p. 1–4.

PASSOS, W. L. et al. A gait energy image-based system for brazilian sign language recognition. *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, IEEE, v. 68, n. 11, p. 4761–4771, 2021.

PERDOMO, L.; SIQUEIRA, M. de. Reconhecimento de sinais estáticos de libras com support vector machines usando kinect. In: *Anais do XXXV Concurso de Trabalhos de Iniciação Científica da SBC*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2016. p. 61–70. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/ctic/article/view/9152>).

PETERSEN, K. et al. Systematic mapping studies in software engineering. In: *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) 12*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 1–10.

PIZZOLATO, E. B.; ANJO, M. dos S.; PEDROSO, G. C. Automatic recognition of finger spelling for libras based on a two-layer architecture. In: *Proceedings of the 2010 ACM symposium on applied computing*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 969–973.

PORFIRIO, A. J. et al. Libras sign language hand configuration recognition based on 3d meshes. In: IEEE. *2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*. [S.l.], 2013. p. 1588–1593.

PRAKASH, A.; DEY, N.; ASHOUR, A. S. Deep learning-based intelligent systems: A comprehensive review. *Expert Systems with Applications*, Elsevier, v. 164, p. 114059, 2021.

QUIRINO, F. et al. Implementation of classification algorithms in a smart glove for hand gesture detection. *Chip in the pampa*, 2018.

REZENDE, T. M. *Reconhecimento automático de sinais da Libras: desenvolvimento da base de dados MINDS-Libras e modelos de redes convolucionais*. Dissertação (Tese de Doutorado) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

REZENDE, T. M.; ALMEIDA, S. G. M.; GUIMARÃES, F. G. Development and validation of a brazilian sign language database for human gesture recognition. *Neural Computing and Applications*, Springer, v. 33, n. 16, p. 10449–10467, 2021.

ROCHA, J. et al. Towards a tool to translate brazilian sign language (libras) to brazilian portuguese and improve communication with deaf. In: IEEE. *2020 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)*. [S.l.], 2020. p. 1–4.

ROSSIT, B. N.; OLIVEIRA, E. dos S.; VASCONCELLOS, J. G. M. Talkbox: tradução de libras com machine learning. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, 2022.

- SANTOS, A. V. et al. Rede neural artificial convolucional aplicada ao reconhecimento de configuração de mão nos símbolos de 0 a 9 da língua brasileira de sinais (libras). In: SBC. *Anais Estendidos do XV Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*. [S.l.], 2019. p. 21–24.
- SANTOS, B. C. F. d. Análise de configurações de mão em linguagem brasileira de sinais com base em aprendizagem de máquina sobre sequências de imagens com sub amostragem e reescalonamento temporal. 2021.
- SANTOS, M. F. O. de M.; QUARTO, C. C. Classificação de libras em imagens através de redes neurais convolucionais: Libra classification in images through convolutional neural networks. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 12, p. 80897–80915, 2022.
- SILVA, D. R. da et al. A two-stream model based on 3d convolutional neural networks for the recognition of brazilian sign language in the health context. In: *Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 5–12.
- SOBRINHO, J. P. C. et al. Processo para reconhecimento e tradução de sinais em libras utilizando redes neurais artificiais. *Anais do Computer on the Beach*, v. 11, n. 1, p. 084–086, 2020.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software. Edição 10*. [S.l.]: Pearson Universidades, 2019.
- SOUZA, C. R. de; PIZZOLATO, E. B. Sign language recognition with support vector machines and hidden conditional random fields: going from fingerspelling to natural articulated words. In: SPRINGER. *Machine Learning and Data Mining in Pattern Recognition: 9th International Conference, MLDM 2013, New York, NY, USA, July 19-25, 2013. Proceedings 9*. [S.l.], 2013. p. 84–98.
- SOUZA, R. S. de et al. Automatic recognition of continuous signing of brazilian sign language for medical interview. In: *Proc. of the Sixth International Conference on Informatics and Assistive Technologies for Health-Care, Medical Support and Wellbeing HEALTHINFO, Barcelona, Spain*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 41–46.
- STROBEL, K.; FERNANDES, S. Aspectos linguísticos da língua brasileira de sinais. *Curitiba: SEED/SUED/DEE*, 1998.
- VOIGT, J. F. et al. Aprendizagem profunda para reconhecimento de gestos da mão usando imagens e esqueletos com aplicações em libras. Universidade Federal de Alagoas, 2018.
- WHO. Publications. *World report on hearing*. [S.l.]: World Health Organization - WHO, 2021.
- ZAITER, A.; SCHIAVINI, L. d. S. Sistema inteligente para captura e interpretação de dados temporais da língua brasileira de sinais a partir de uma luva instrumentada. 2020.

APÊNDICE A – TABELAS DE EXTRAÇÃO DOS TRABALHOS SELECIONADOS

Tabela 12. Publicação - P01

A) Dados da Publicação	
Título	Using Convolutional Neural Networks for Fingerspelling Sign Recognition in Brazilian Sign Language
Autor(es)	Douglas F. L. Lima; Armando S. Salvador Neto; Ewerton N. Santos; Tiago Maritan U. Araujo; Thais Gaudencio do Rêgo
Fonte de Publicação	Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia '19)
Ano de Publicação	2019
Resumo	Os autores buscaram validar o uso de alguns modelos de CNN no reconhecimento das 26 letras do alfabeto em Libras.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Redes Neurais Convolucionais (MobileNet, NASNetMobile, VGG16 e InceptionResNetV2).
Acurácia do método utilizado	As melhores acurácias vieram do modelo VGG16, que teve uma precisão média de 99.73% para o cenário Pessoa Dependente e 70.21% para o cenário Pessoa Independente; e do MobileNet que teve uma precisão média de 85.23% para o cenário Pessoa Dependente e 61.35% para o cenário Pessoa Independente. Sendo o último, ideal para dispositivos móveis e embarcados.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Princípios de visão computacional, ou seja, utiliza apenas imagens.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	As 26 letras do alfabeto.
Contexto do estudo	Tentativa de criar uma solução possa ser utilizada em conjunto com tradutores automáticos para auxiliar na comunicação de surdos brasileiros.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida necessariamente uma ferramenta.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Utiliza um conjunto próprio de 224.000 imagens, que representam as 26 letras do alfabeto em Libras assinadas por 12 pessoas em diferentes origens, braços, posições das mãos e padrões de iluminação.

Tabela 13. Publicação - P02

A) Dados da Publicação	
Título	Extreme Learning Machine for Real Time Recognition of Brazilian Sign Language
Autor(es)	Fernando M. de Paula Neto; Lucas F. Cambuim; Rafael M. Macieira; Teresa B. Ludermir; Cleber Zanchettin; Edna N. Barros
Fonte de Publicação	2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics
Ano de Publicação	2015
Resumo	Os autores buscaram validar o uso da Extreme Learning Machine Neural Network para o reconhecimento de sinais estáticos do alfabeto em Libras a fim de propor uma arquitetura para ser utilizada em plataformas embarcadas.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Extreme Learning Machine Neural Network
Acurácia do método utilizado	A melhor acurácia teve uma precisão média de 95.92%
Tecnologias utilizadas em paralelo	Princípios de visão computacional, ou seja, utiliza apenas imagens.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Apenas os sinais estáticos do alfabeto (a, b, c, d, e, f, g, i, l, m, n, o, p, q, r, t, u, v).
Contexto do estudo	Propor uma arquitetura capaz de reconhecer a língua brasileira de sinais (LIBRAS) para uso em plataformas com memória e processamento limitados.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida necessariamente uma ferramenta.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Utilizou conjunto próprio de imagens

Tabela 14. Publicação - P03

A) Dados da Publicação	
Título	An Efficient Static Gesture Recognizer Embedded System Based on ELM Pattern Recognition Algorithm
Autor(es)	Lucas F.S. Cambuim; Rafael M. Macieira; Fernando M.P. Neto; Edna Barros; Teresa B. Ludermir; Cleber Zanchettin.
Fonte de Publicação	Journal of Systems Architecture
Ano de Publicação	2016
Resumo	Os autores buscaram validar o uso da Extreme Learning Machine Neural Network para o reconhecimento de sinais estáticos do alfabeto em Libras a fim de propor uma solução totalmente baseada em visão computacional.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Extreme Learning Machine Neural Network
Acurácia do método utilizado	Teve uma acurácia de 97% utilizando a base de dados de [P02] e uma acurácia de 70% utilizando a base de dados de [P06].
Tecnologias utilizadas em paralelo	Princípios de visão computacional, ou seja, utiliza apenas imagens.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Apenas os sinais estáticos do alfabeto (a, b, c, d, e, f, g, i, l, m, n, o, p, q, r, t, u, v).
Contexto do estudo	Propor uma solução computacional para traduzir símbolos de gestos estáticos em símbolos de texto, por meio de visão computacional, sem o uso de sensores manuais ou luvas.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida necessariamente uma ferramenta.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado o conjunto de dados proposto em [P02] e o conjunto proposto em [P06].

Tabela 15. Publicação - P04

A) Dados da Publicação	
Título	Analysis of Influence of Segmentation, Features, and Classification in sEMG Processing: A Case Study of Recognition of Brazilian Sign Language Alphabet
Autor(es)	José Jair Alves Mendes Junior; Melissa La Banca Freitas; Daniel Prado Campos; Felipe Adalberto Farinelli; Sergio Luiz Stevan Jr.; Sérgio Francisco Pichorim
Fonte de Publicação	Sensors
Ano de Publicação	2020
Resumo	Os autores buscaram validar o uso de sEMG e classificadores para o reconhecimento do alfabeto em Libras
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Utilizou alguns classificadores, como: k-nearest neighbor (KNN), linear discriminant analysis (LDA), probabilistic naïve Bayes (NB), quadratic discriminant analysis (QDA), extreme learning machine (ELM), multi-layer perceptron (MLP) neural networks, random forest (RF), support vector machines based on linear discrimination (SVMLin) e Gaussian kernel-type based on radial basis function (SVMRBF).
Acurácia do método utilizado	RF foi o método que obteve melhor acurácia, chegando a 99%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Eletromiografia de superfície (sEMG) através de uma braçadeira MyoTM.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	As 26 letras do alfabeto em Libras.
Contexto do estudo	Apresentar o reconhecimento de um conjunto de gestos do Libras por meio de sEMG adquirido de uma braçadeira.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida necessariamente uma ferramenta.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Conjunto próprio

Tabela 16. Publicação - P05

A) Dados da Publicação	
Título	Development and validation of a Brazilian sign language database for human gesture recognition
Autor(es)	Tamires Martins Rezende; Sílvia Grasiella Moreira Almeida; Frederico Gadelha Guimarães
Fonte de Publicação	Neural Computing and Applications
Ano de Publicação	2021
Resumo	Os autores buscaram criar uma base de dados em Libras que possuísse pelo menos 20 sinais dinâmicos, além disso validaram-na através do treinamento de CNNs.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Redes Neurais Convolucionais 2D e 3D.
Acurácia do método utilizado	A melhor acurácia foi obtida a partir da CNN3D, que obteve uma precisão de 93,3%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Para realizar o treinamento, foram utilizados apenas vídeos, a partir de uma câmera RGB e um sensor RGB-D.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos 20 sinais de Libras, sendo eles: Acontecer, Estudante, Amarelo, América, Curtir, Doce, Banco, Banheiro, Barulho, Cinco, Saber, Espelho, Canto, Filho, Maçã, Medo, Ruim, Sapo, Vacina e Vontade.
Contexto do estudo	Criar uma base de dados para treinamento em de ML em Libras e validá-la.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Apresenta um conjunto próprio, denominado de MINDS-Libras

Tabela 17. Publicação - P06

A) Dados da Publicação	
Título	LIBRAS Sign Language Hand Configuration Recognition Based on 3D Meshes
Autor(es)	Andres Jessé Porfirio; Kelly Laís Wiggers; Luiz E.S. Oliveira; Daniel Weingaertner
Fonte de Publicação	2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics
Ano de Publicação	2013
Resumo	Os autores buscaram validar o uso de projeções de malhas 2D e 3D no treinamento de modelos de ML para o reconhecimento de sinais em Libras.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Support Vector Machine (SVM)
Acurácia do método utilizado	O SVM obteve uma acurácia de 96.83% para malhas 3D e 98.36% para malhas 2D.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foi utilizado um sensor Kinect para a captura de configuração das mãos.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos 61 sinais em Libras, entre configurações estáticas e dinâmicas.
Contexto do estudo	Proposta de um método para reconhecer configurações de mão da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) usando malhas 3D e projeções 2D da mão.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida utilizando o modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Os autores utilizaram o próprio banco de dados de vídeos, chamado de LIBRAS-HC-RGBDS.

Tabela 18. Publicação - P07

A) Dados da Publicação	
Título	A Gait Energy Image Based System for Brazilian Sign Language Recognition
Autor(es)	Wesley L. Passos; Gabriel M. Araujo; Jonathan N. Gois; Amaro A. de Lima
Fonte de Publicação	IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers
Ano de Publicação	2021
Resumo	Os autores buscaram treinar um modelo em ML para reconhecer gestos de Libras em vídeos a partir do uso de Gait Energy Image para codificar o movimento das partes do corpo em um espaço de recursos compacto.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	K -Nearest Neighbors (K -NN), Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF), XGBoost e Light-GBM.
Acurácia do método utilizado	As melhores acurácias vieram do SVM, que obteve: 85.40% no CEFET/RJ-Libras[P14], 84.66% no MINDS-Libras[P05] e 64.91% no LIBRAS-UFOP.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Utiliza apenas vídeos.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Os sinais que estão presentes nas bases de dados, que variam entre estáticos e dinâmicos
Contexto do estudo	Tentativa de Treinar um modelo para classificar gestos em Libras através de mapeamento e classificação do espaço de recursos.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida com base no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Para treinamento, utiliza as bases de dados CEFET/RJ-Libras [P14], MINDS-Libras [P05] e LIBRAS-UFOP.

Tabela 19. Publicação - P08

A) Dados da Publicação	
Título	A Brazilian Sign Language Gesture Recognizing System Using Gait Energy Image
Autor(es)	Wesley L. Passos; Gabriel M. Araujo; Jonathan N. Gois; Amaro A. de Lima
Fonte de Publicação	2021 IEEE 12th Latin America Symposium on Circuits and System (LASCAS)
Ano de Publicação	2021
Resumo	Os autores buscaram treinar modelos de ML para reconhecer gestos de Libras em vídeos a partir do uso de Gait Energy Image para codificar o movimento das partes do corpo em um espaço de recursos compacto, utilizando a base CEFET/RJ-Libras [P14] para treinar os modelos.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	K -Nearest Neighbors (K -NN) e Random Forest (RF)
Acurácia do método utilizado	A acurácia obtida foi de 53.90% com KNN e de 79.57% com RF.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados apenas vídeos.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Os sinais que estão presentes na base CEFET/RJ-Libras [P14]
Contexto do estudo	Propor o uso de Gait Energy Image para codificar movimentos antes de treinar modelos de ML.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida a partir dos modelos treinados.
Avaliação da usabilidade	Não houve
Conjunto de treinamento	Para treinamento, utilizaram a base de dados CEFET/RJ-Libras [P14]

Tabela 20. Publicação - P09

A) Dados da Publicação	
Título	Towards a Tool to Translate Brazilian Sign Language (Libras) to Brazilian Portuguese and Improve Communication with Deaf
Autor(es)	Jampierre Rocha; Jeniffer Lensk; Taís Ferreira; Marcelo Ferreira
Fonte de Publicação	IEEE. 2020 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)
Ano de Publicação	2020
Resumo	Os autores buscara desenvolver uma CNN para reconhecimento de sinais em Libras a fim de integrá-la em um aplicativo Web e Mobile que será utilizado no call center de uma grande empresa.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada uma Convolutional Neural Network (CNN)(VGGNet).
Acurácia do método utilizado	A melhor acurácia foi de 99,42%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados apenas vídeos.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Os símbolos reconhecidos não foram especificados.
Contexto do estudo	Fornecer uma ferramenta baseada em rede neural convolucional que permita que surdos comuniquem suas necessidades utilizando a Libras.
Ferramenta desenvolvida	Não desenvolveu nenhuma ferramenta, mas esboçou sobre a pretensão de integrar o modelo treinando ao call center de uma grande fabricante de computadores por meio de um aplicativo Web e Mobile que ainda está em desenvolvimento.
Avaliação da usabilidade	Como o aplicativo ainda está em desenvolvimento, não houve nenhum teste relacionado a usabilidade da ferramenta.
Conjunto de treinamento	Utilizou uma base de dados própria, mas não especificou o nome ou se houve disponibilização da mesma.

Tabela 21. Publicação - P10

A) Dados da Publicação	
Título	A Two-Stream Model Based on 3D Convolutional Neural Networks for the Recognition of Brazilian Sign Language in the Health Context
Autor(es)	Diego R. B. da Silva; Tiago Maritan U. Araujo; Thais Gaudencio do Rêgo; Manuella Aschoff Cavalcanti Brandão
Fonte de Publicação	Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web
Ano de Publicação	2020
Resumo	Os autores buscaram propor uma modelo de ML treinado para reconhecer sinais em Libras utilizados no contexto da saúde, a fim de impulsionar o a construção de ferramentas que auxiliem no processo de comunicação entre paciente e médico.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	O trabalho utiliza Redes Convolucionais 3D (3D).
Acurácia do método utilizado	A melhor acurácia foi de 96.12%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Utiliza apenas imagens e vídeos.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	No trabalho, foram reconhecidos 50 sinais de Libras que são comumente utilizados no contexto da saúde, mas tais sinais não foram especificados.
Contexto do estudo	Propor uma solução para o reconhecimento de sinais em Libras no contexto da saúde
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida a partir do modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Utilizou um conjunto próprio, que é composto por mais de 5000 vídeos referentes a sinais de Libras utilizado no contexto da saúde.

Tabela 22. Publicação - P11

A) Dados da Publicação	
Título	Gesture Recognition for Fingerspelling Applications: An Approach Based on Sign Language Cheremes
Autor(es)	Renata C. B. Madeo; Sarajane M. Peres; Daniel B. Dias; Clodis Boscaroli
Fonte de Publicação	Proceedings of the 12th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility
Ano de Publicação	2010
Resumo	Os autores buscaram desenvolver um modelo Fuzzy Learning Vector Quantization para reconhecimento de sinais em libras a fim de incorporá-lo em um jogo que possui o objetivo de impulsionar o interesse no aprendizado da Libras.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	O método utilizado foi a rede neural Fuzzy Learning Vector Quantization.
Acurácia do método utilizado	A estratégia adotada obteve uma acurácia de 84.3%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizadas apenas imagens e vídeos.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidas as 26 letras do alfabeto em Libras.
Contexto do estudo	Desenvolver um modelo treinado utilizando Fuzzy Learning Vector Quantization para posteriormente ser incorporado ao jogo Libras Multimedia HangMan
Ferramenta desenvolvida	Os autores citam que o modelo treinado está sendo implementado no jogo Libras Multimedia HangMan, que possui o objetivo de motivar o aprendizado de Libras.
Avaliação da usabilidade	Não houve descrição alguma referente à usabilidade do jogo baseado no modelo treinado.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um conjunto próprio.

Tabela 23. Publicação - P12

A) Dados da Publicação	
Título	A Real-Time System to Recognize Static Gestures of Brazilian Sign Language (Libras) alphabet using Kinect
Autor(es)	Mauro dos Santos Anjo; Ednaldo Brigante Pizzolato; Sebastian Feuerstack
Fonte de Publicação	IHC
Ano de Publicação	2012
Resumo	Os autores buscaram treinar uma rede neural Multi-Layer Perceptron para reconhecimento de sinais estáticos em Libras, posteriormente, tal modelo foi incorporado em uma aplicação desktop que permite treinar novos modelos, possibilitando ainda, o reconhecimento de sinais e o envio do reconhecimento através de um protocolo TCP/IP.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Para classificação, foi utilizada uma rede neural Multi-Layer Perceptron.
Acurácia do método utilizado	A acurácia foi de 100% para os dois conjuntos de imagens.
Tecnologias utilizadas em paralelo	A captura de dados foi realizada através de um Kinect e uma câmera comum, é interessante salientar que também foi utilizado um algoritmo para cortar os braços que aparecem nas imagens, a fim de melhorar o desempenho da classificação.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos apenas sinais estáticos, que foram divididos em dois grupos, sendo eles: (A,E,I,O,U) e (B,C,F,L,V).
Contexto do estudo	Foi treinado um modelo de ML para reconhecimento de sinais estáticos a fim de incorporá-lo em uma aplicação que possibilita o treinamento de novos modelos e o reconhecimento de sinais.

Ferramenta desenvolvida	Foi desenvolvida a ferramenta Gesture User Interface (GestureUI), que é capaz de criar e configurar um sistema completo de reconhecimento de gestos, permitindo que o usuário seja capaz de treinar novos modelos para reconhecimento de sinais estáticos ou utilizar os já existentes; além de fornecer um protocolo TCP/IP baseado em quadros, no qual o usuário pode definir o IP e a porta do Host onde ficará a interface controlada, e uma mensagem será enviada para cada quadro de imagem analisado, onde a mensagem definida no protocolo de reconhecimento de gestos estáticos é estruturada com uma string separada por ponto e vírgula, que contém a informação da mão esquerda seguida da informação da mão direita.
Avaliação da usabilidade	Não foi descrita nenhuma forma de avaliação de usabilidade.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um conjunto de imagens próprias.

Tabela 24. Publicação - P13

A) Dados da Publicação	
Título	Automatic Recognition of Finger Spelling for LIBRAS based on a Two-Layer Architecture
Autor(es)	Ednaldo B. Pizzolato; Mauro dos Santos Anjo; Guilherme C. Pedroso
Fonte de Publicação	Proceedings of the 2010 ACM symposium on applied computing
Ano de Publicação	2010
Resumo	Os autores buscaram treinar um modelo de ML para reconhecimento das letras do alfabeto em Libras, para isso uma rede neural classifica os símbolos previamente e outro reclassifica no caso de os símbolos serem muito semelhantes.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada a rede neural Multi Layer Perceptron (MLP).
Acurácia do método utilizado	A melhor acurácia retornada foi de 91.1%, através da MLP de duas camadas.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados apenas vídeos e imagens provenientes de uma câmera.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos 27 sinais entre estáticos e dinâmicos, sendo eles: A, B, C, Ç, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z.
Contexto do estudo	Desenvolver um modelo de ML que possibilite o reconhecimento de sinais estáticos e dinâmicos em Libras.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida nenhuma ferramenta baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um conjunto próprio de imagens.

Tabela 25. Publicação - P14

A) Dados da Publicação	
Título	Um sistema de baixo custo para reconhecimento de gestos em LIBRAS utilizando visão computacional
Autor(es)	Carlos Henrique de A. Monteiro; Luiz Felipe Inácio Pecoraro; Angélica Takamine Lacerda; Anna Regina Corbo; Gabriel Matos Araujo
Fonte de Publicação	XXXIV Simpósio Brasileiro de Telecomunicações e Processamento de Sinais
Ano de Publicação	2016
Resumo	Os autores buscaram desenvolver modelo de ML com classificador K-NN, para reconhecer alguns gestos dinâmicos da Libras, ao mesmo tempo que contribuem com um novo banco de dados que pode auxiliar no treinamento de novos modelos de ML.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Para a classificação, foi utilizado o K -Nearest Neighbors (K -NN).
Acurácia do método utilizado	O método utilizado obteve uma acurácia de 75%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizadas apenas imagens e vídeos.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos 24 sinais, sendo eles divididos em dois grupos: um cujo o deslocamento das mãos segue uma trajetória horizontal, sendo elas "amante, bebê, compromisso, dado, elástico, impossível, milagre, notícia, orquestra, surfe, televisão e veloz", e outra composta de palavras de deslocamento vertical, "andaime, depressão, fantasma, martelo, nacionalidade, neve, paciência, parede, relâmpago, trampolim e vapor".
Contexto do estudo	Os autores buscara construir um modelo de ML que reconhecesse gestos dinâmicos da Libras, ao mesmo tempo que desenvolveram uma nova base de dados contendo 548 vídeos a respeito de 24 configurações de sinais.
Ferramenta desenvolvida	Os autores relatam que houve a criação de um sistema baseado no modelo treinado, mas não entram em detalhes sobre o mesmo.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizada uma base de dados própria, composta por 548 sequências de vídeo.

Tabela 26. Publicação - P15

A) Dados da Publicação	
Título	Classificação de libras em imagens através de redes neurais convolucionais
Autor(es)	Márcio Fabiano Oliveira de Moura Santos; Cícero Costa Quarto
Fonte de Publicação	Brazilian Journal of Development
Ano de Publicação	2022
Resumo	Os autores buscaram treinar um modelo de ML utilizando o YOLOv5 para reconhecer sinais da Libras, modificando as épocas, a fim de identificar a que obteve a maior acurácia.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizado uma CNN modelo YOLOv5.
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia foi de 60%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizadas apenas as imagens provenientes do dataset.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Os sinais reconhecidos não foram descritos.
Contexto do estudo	Foi treinado um modelo utilizando o YOLOv5 para reconhecer sinais de Libras.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida utilizando o modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado o dataset Libras Computer Vision Project, que possui 8.455 imagens.

Tabela 27. Publicação - P16

A) Dados da Publicação	
Título	SingApp: Um Modelo de Identificação de Língua de Sinais Através de Captura de Movimento em Tempo Real
Autor(es)	Márcio Moura Leal
Fonte de Publicação	Dissertação de Mestrado da Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Ano de Publicação	2018
Resumo	Os autores buscaram desenvolver um modelo de Rede Neural Perceptron Multicamadas para realizar o reconhecimento de alguns sinais em Libras através da entrada de dados de uma tecnologia de captura de infravermelho.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada uma Rede Neural Perceptron Multicamadas para realizar a classificação das configurações de mão.
Acurácia do método utilizado	As redes neurais obtiveram acurácias de 99.8% e 86.7%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foi utilizada uma tecnologia de captura de infravermelho.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidas 26 configurações de mão, entre palavras e sinais do alfabeto, sendo elas: a, aterrissagem, avião, b, c, católica, d, e, f, g, homossexual, i, l, m, n, o, p, r, s, t, u, v, w, x, y, z.
Contexto do estudo	Os autores buscaram desenvolver uma nova abordagem para reconhecimento de sinais que integra e analisa configurações de mãos e seus movimentos para a tradução de sinais, além de construir um novo dicionário digital de Libras.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida nenhuma ferramenta baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado uma base de dados própria.

Tabela 28. Publicação - P17

A) Dados da Publicação	
Título	Desenvolvimento de Protótipo para Reconhecimento de Gestos de uma das mãos
Autor(es)	Alan Nunes Bonatto
Fonte de Publicação	Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade de Caxias do Sul
Ano de Publicação	2018
Resumo	Os autores buscaram validar a aplicação de diferentes sensores para captação de dados, a fim de desenvolver um firmware baseado em rede neural para realizar o reconhecimento de sinais estáticos e dinâmicos em Libras; bem como buscou-se validar tal ferramenta através do auxílio de voluntários portadores de deficiência relacionada a fala
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada a rede neural Feedforward.
Acurácia do método utilizado	A acurácia do método foi de 85.56%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	As tecnologias atreladas foram sensores flexíveis e inerciais conectados a um embarcado.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidas as 26 letras do alfabeto em Libras.
Contexto do estudo	Avaliar a viabilidade de aplicação de diferentes sensores na aquisição de dados para treinamento de modelos de ML para reconhecimento de sinais estáticos em Libras.
Ferramenta desenvolvida	Foi desenvolvido um firmware para ser utilizado em ambiente embarcado.
Avaliação da usabilidade	Por se tratar de um firmware, não houve necessidade de um estudo relacionado a usabilidade.
Conjunto de treinamento	Foi utilizada uma base própria.

Tabela 29. Publicação - P18

A) Dados da Publicação	
Título	Sistema Inteligente para Captura e Interpretação de Dados Temporais da Língua Brasileira de Sinais a partir de uma Luva Instrumentada
Autor(es)	Abdullah Zaiter; Lucas dos Santos Schiavini
Fonte de Publicação	Trabalho de Graduação da Universidade de Brasília
Ano de Publicação	2020
Resumo	O trabalho foi proposto com a intenção de discutir sobre o uso de uma luva capaz de captar dados da configuração de mão, a fim de treinar uma rede neural concorrente para traduzir dez sinais de Libras para a língua portuguesa, através da comunicação com uma aplicação mobile.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foram utilizadas uma RNN do tipo Gated Recurrent Unit (GRU) e uma Long Short Term Memory (LSTM)
Acurácia do método utilizado	A acurácias obtidas forma de 61.8% da LSTM e 61.6% da GRU.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foi construída uma luva que conta com 5 sensores MPU6050, um módulo LOLIN D32 e sua bateria LiPo.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos dez sinais, sendo eles "Oi", "Tudo bem?", "Qual o seu nome?", "Meu nome é...", "Lucas", "Abdullah", "Qual sua idade?", "23", "Prazer em te conhecer", "Tchau"; e uma postura, a postura de silêncio.
Contexto do estudo	O trabalho foi proposto com a intenção de discutir sobre a implementação de uma luva capaz de traduzir sinais da Língua Brasileira de Sinais para texto via aplicativo em dispositivo móvel.
Ferramenta desenvolvida	A ferramenta trata-se de uma aplicação mobile, que conecta o celular à uma luva e traduz localmente o sinal que o usuário da luva está fazendo.
Avaliação da usabilidade	Não foi mencionado algum estudo da usabilidade no que diz respeito a aplicação desenvolvida.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um banco de dados próprio.

Tabela 30. Publicação - P19

A) Dados da Publicação	
Título	Análise de configurações de mão em Linguagem Brasileira de Sinais com base em aprendizagem de máquina sobre sequências de imagens com sub amostragem e reescalonamento temporal
Autor(es)	Bruno Carvalho Faria dos Santos
Fonte de Publicação	Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade de Brasília
Ano de Publicação	2021
Resumo	Os autores buscaram treinar modelos de ML para reconhecer sinais estáticos e dinâmicos da Libras, com intuito de contribuir com avanços acadêmicos na área.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada a arquitetura Convolutional Neural Network (CNN) e o classificador Support Vector Machine (SVM)
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia foi de 53.29%, proveniente da CNN.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados apenas vídeos.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos 61 configuração de mão entre sinais estáticos e dinâmicos.
Contexto do estudo	O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de desenvolver e avaliar uma solução para classificação automatizada de configurações de mão que compõe a LIBRAS, por meio de técnicas avançadas de aprendizagem de máquina com subamostagem e reescalonamento temporal.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida nenhuma ferramenta baseada nos modelos treinados.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado a base de dados LIBRAS-HC-RGBDS de [P06].

Tabela 31. Publicação - P20

A) Dados da Publicação	
Título	Reconhecimento de gestos em vídeos utilizando modelos ocultos de Markov e redes neurais convolucionais aplicado a libras
Autor(es)	Vinícius Morais Breda
Fonte de Publicação	Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina
Ano de Publicação	2018
Resumo	Os autores buscaram propor um sistema capaz de reconhecer, em tempo real, uma sequência de gestos dinâmicos da LIBRAS em vídeos, utilizando uma combinação de de Hidden Markov model (HMM) e CNN.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada uma arquitetura chamada Convolutional Neural Network (CNN)
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia obtida foi de 100%, proveniente da combinação da CNN com HMM; vale ressaltar que tal acurácia foi obtida apenas no conjunto de teste e não em uma aplicação real.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizadas apenas imagens e vídeos RGB.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos 25 sinais dinâmicos da Libras, mas tais sinais não foram descritos.
Contexto do estudo	O estudo foi realizado com o intuito de contribuir com a comunidade científica gerando um sistema de reconhecimento de sinais dinâmicos em Libras e um novo banco de dados de vídeos relacionados a Libras.
Ferramenta desenvolvida	Foi desenvolvido um sistema de reconhecimento de sinais dinâmicos em Libras, mas não possui uma aplicação prática.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizada uma base de dados própria.

Tabela 32. Publicação - P21

A) Dados da Publicação	
Título	Reconhecimento de sinais da Libras utilizando descritores de forma e redes neurais artificiais
Autor(es)	Igor Leonardo Oliveira Bastos
Fonte de Publicação	Dissertação de Mestrado da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana
Ano de Publicação	2016
Resumo	Os autores buscara trazer um abordagem em MLP para reconhecimento de caracteres estáticos em Libras.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada a Rede Neural Perceptron Multi-camadas (MLP).
Acurácia do método utilizado	A acurácia obtida foi de 96.77%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizadas apenas imagens.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram detectados 40 sinais estáticos de Libras, entre letras, números e palavras, sendo eles: 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', 'G', 'I', 'L', 'M', 'N', 'O', 'P', 'Q', 'R', 'S', 'T', 'U', 'V', 'W', 'X', 'Y', '1', '2', '4', '5', '7', '9', 'Adulto', 'América', 'Avião', 'Casa', 'Gasolina', 'Identidade', 'Juntos', 'Lei', 'Palavra', 'Pedra', 'Pequeno' e 'Verbo'.
Contexto do estudo	O estudo objetivou apresentar o desenvolvimento e aplicação de uma abordagem para o reconhecimento de gestos estáticos em imagens, a qual foi empregada no reconhecimento de sinais da Libras.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida nenhuma ferramenta baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 33. Publicação - P22

A) Dados da Publicação	
Título	Classificação automática de sinais visuais da Língua Brasileira de Sinais representados por caracterização espaço-temporal
Autor(es)	Marcelo Chamy Machado
Fonte de Publicação	Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Amazonas
Ano de Publicação	2018
Resumo	Os autores buscaram explorar o uso de características espaço temporais na classificação de sinais dinâmicos em Libras, bem como gerar um dataset grande o suficiente para treinar modelos mais robustos.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada a arquitetura Convolutional Neural Network 3D (CNN3D)
Acurácia do método utilizado	A acurácia foi de 79.80%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados apenas vídeos.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos 510 sinais dinâmicos, devido a essa quantidade de gestos, os sinais não foram especificados.
Contexto do estudo	O estudo foi desenvolvido como o intuito de explorar a aplicação de características espaço temporais para realizar a classificação de vídeos de sinais da Libras.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizada uma base de dados própria.

Tabela 34. Publicação - P23

A) Dados da Publicação	
Título	STILL: Sistema Tradutor Inteligente de LIBRAS com Luva
Autor(es)	Rennan de Lucena Gaio
Fonte de Publicação	Trabalho de Graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro
Ano de Publicação	2020
Resumo	Os autores buscaram desenvolver um modelo de ML para reconhecimento de sinais dinâmicos em Libras, a fim de aplicá-lo ao sistema STLL, que utiliza luva sensorial e câmera para entrada de dados.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foram utilizados os seguintes classificadores: KNN, o XGBoost, o Random Forest, o CNN e a Regressão Logística.
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia foi de 96.8%, proveniente do XGBoost.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foi utilizada uma luva com alguns sensores e uma câmera RGB.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos oito sinais dinâmicos, sendo eles: “oi”, “meu”, “nome”, “Rennan”, “aluno”, “computação”, “ajuda” e “neutro”.
Contexto do estudo	Desenvolver um sistema baseado em ML para reconhecer sinais dinâmicos em Libras, com a intenção de tornar tal sistema mais acessível a partir de futuras implementações.
Ferramenta desenvolvida	Baseado no modelo treinado, criou-se o sistema STILL, que através dos dados provenientes de uma luva e câmera, é capaz de reconhecer alguns sinais dinâmicos em Libras, utilizando de recursos sonoros para indicar o que o gesto significa.
Avaliação da usabilidade	Não houve
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 35. Publicação - P24

A) Dados da Publicação	
Título	Comparação de algoritmos de reconhecimento de gestos aplicados à sinais estáticos de Libras
Autor(es)	Lisandra Sousa da Cruz
Fonte de Publicação	Monografia da Universidade Federal Rural de Pernambuco
Ano de Publicação	2019
Resumo	Texto contendo uma pequena descrição do artigo
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foram utilizados os classificadores Visual Geometry Group (VGG), Feature Fusion-based Convolutional Neural Network (FFCNN) e a Multi Layer Perceptron (MLP).
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia foi de 99.45%, proveniente da VGG.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizadas apenas imagens.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos os 40 sinais estáticos da Libras presentes no dataset de [21].
Contexto do estudo	O estudo foi desenvolvido com o intuito de identificar dentre algoritmos implementados com as redes MLP, VGG e FFCNN o que demonstra melhor acurácia na classificação de gestos estáticos de Libras
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida nenhuma ferramenta baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado o dataset desenvolvido em [P21].

Tabela 36. Publicação - P25

A) Dados da Publicação	
Título	Uma estratégia para reconhecimento de sinais da Língua Brasileira de Sinais utilizando aprendizado profundo
Autor(es)	Ada Raquel dos Santos Cruz
Fonte de Publicação	Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Amazonas
Ano de Publicação	2020
Resumo	Os autores buscaram desenvolver um modelo ML para reconhecimento de sinais estáticos e dinâmicos em Libras baseado em CNN3D.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada a arquitetura Convolutional Neural Network 3D (CNN3D).
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia obtida foi de 87.3%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados apenas vídeos.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos os sinais descritos em [P22].
Contexto do estudo	O estudo foi desenvolvido com o intuito de identificar experimentalmente uma estratégia para reconhecimento de sinais estáticos e dinâmicos da Libras que utilize informações sobre dimensões espaciais e temporais, por meio de CNN3D, fusão de dados de múltiplos canais e transferência de aprendizado.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida nenhuma ferramenta a partir do modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizada a base de dados de proposta em [P22].

Tabela 37. Publicação - P26

A) Dados da Publicação	
Título	Uma Proposta de Sistema para Tradução entre Linguagens de Sinais
Autor(es)	Davi Hirafuji Neiva
Fonte de Publicação	Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Pernambuco
Ano de Publicação	2015
Resumo	O autor buscou descrever um sistema que possibilita o reconhecimento de sinais estáticos em Libras e a tradução entre linguagens de sinais.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foram utilizados os classificadores Extreme Learning Machine (ELM) e Support vector machine (SVM)
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia foi de 84%, proveniente da ELM.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizadas apenas imagens.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidas todas as letras estáticas do alfabeto em Libras.
Contexto do estudo	O estudo buscou propor um sistema que permitisse que pessoas surdas de diferentes nacionalidades se comunicassem através de sinais
Ferramenta desenvolvida	Foi desenvolvido uma aplicação móvel que permite o usuário realizar a tradução de entre linguagens de sinais.
Avaliação da usabilidade	Não foi descrita nenhuma avaliação de usabilidade.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 38. Publicação - P27

A) Dados da Publicação	
Título	Reconhecimento de Libras em frames estáticos de vídeos utilizando CNN e técnicas de pré-processamento de imagens
Autor(es)	Matheus Macêdo Claudino
Fonte de Publicação	Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade Federal de Campina Grande
Ano de Publicação	2022
Resumo	O autor buscou descrever o impacto do pré-processamento de imagens no treinamento de uma CNN para classificar gestos em Libras.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada a Rede Neural Convolutacional (CNN)
Acurácia do método utilizado	A acurácia obtida foi de 91.08%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados apenas vídeos
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Todos os que constam na base de dados MINDS-Libras [P05].
Contexto do estudo	O estudo foi realizado com o intuito de analisar o impacto do uso de métodos de pré-processamento de imagens no treinamento de uma Rede Neural Convolutacional (CNN), com o objetivo de se obter um modelo capaz de classificar 20 sinais diversos de Libras de forma eficiente.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvido nenhuma ferramenta baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Utiliza a base de dados MINDS-Libras [P05].

Tabela 39. Publicação - P28

A) Dados da Publicação	
Título	Aprendizagem profunda para reconhecimento de gestos da mão usando imagens e esqueletos com aplicações em Libras
Autor(es)	Indica o nome dos Autores do artigo
Fonte de Publicação	Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Alagoas
Ano de Publicação	2018
Resumo	O autor buscou juntar MLP, CNN e LSTM para classificar gestos em Libras com o intuito de gerar uma solução que possa fazer isso de forma contínua, visto que a maioria das soluções de hoje permite apenas o reconhecimento espaçado.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foram utilizadas redes perceptron multicamadas (MLP), redes convolucionais (CNN) e Long Short-Term Memory (LSTM).
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia foi de 99%, proveniente do MLP + CNN + LSTM.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Apenas imagens e vídeos.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos as 26 letras do alfabeto em Libras.
Contexto do estudo	Desenvolver um modelo que permita reconhecer gestos em Libras de forma natural e interupta.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida nenhuma ferramenta baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizada uma base própria.

Tabela 40. Publicação - P29

A) Dados da Publicação	
Título	Computer Vision and Neural Networks for Libras Recognition
Autor(es)	Silas Luiz Furtado; Jauvane de Oliveira
Fonte de Publicação	Anais do XVII Workshop de Visão Computacional
Ano de Publicação	2021
Resumo	Os autores buscara desenvolver uma solução capaz de reconhecer o gestos estáticos e dinâmicos da Libras através de uma webcam, sem necessitar de equipamentos mais robustos.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foram utilizadas redes neurais convolucionais (CNN)
Acurácia do método utilizado	A acurácia obtida foi de 97%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Apenas imagens e vídeos provenientes de uma webcam.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidas todas as 26 letras do alfabeto e mais dois sinais de controle, sendo um para pausar e outro para deletar caractere.
Contexto do estudo	O estudo foi feito com o intuito de desenvolver um sistema interativo para reconhecimento de LIBRAS, capaz de, com o auxílio de uma webcam, reconhecer sinais expressos e transcrever a palavra correspondente em língua portuguesa, isso sem a necessidade de auxílio de dispositivos eletromecânicos ou qualquer aparato junto ao corpo do usuário.
Ferramenta desenvolvida	Foi desenvolvido um sistema que captura a imagem com o auxílio de uma webcam e ao reconhecer um símbolo por três quadros consecutivos com uma confiança superior a 80%, ele o transcreve em tela.
Avaliação da usabilidade	Não houve
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 41. Publicação - P30

A) Dados da Publicação	
Título	Rede Neural Artificial Convolutacional Aplicada ao Reconhecimento de Configuração de Mão nos Símbolos de 0 a 9 da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)
Autor(es)	Adriel Vieira Santos; Iago Franco Bacurau; Jayne de Moraes Silva; Talles Brito Viana; Robson Gonçalves Fachine Feitosa
Fonte de Publicação	Anais Estendidos do XV Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação
Ano de Publicação	2019
Resumo	Os autores buscaram demonstrar a aplicação de CNN no reconhecimento de sinais em Libras através da arquitetura LeNet.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada a rede neural convolutacional com modelo de arquitetura LeNet.
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia obtida foi de 98.57%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizadas imagens provenientes de uma câmera VGA integrada em um notebook Positivo.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos os algarismos inteiros de 0 a 9 da Libras.
Contexto do estudo	O estudo foi desenvolvido com o intuito de elucidar uma aplicação das redes neurais convolutacionais para o reconhecimento dos símbolos estáticos da LIBRAS.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 42. Publicação - P31

A) Dados da Publicação	
Título	Reconhecimento de sinais estáticos de LIBRAS com Support Vector Machines usando Kinect
Autor(es)	Leonardo Perdomo; Mozart Lemos de Siqueira
Fonte de Publicação	Anais do XXXV Concurso de Trabalhos de Iniciação Científica da SBC
Ano de Publicação	2016
Resumo	Os autores buscaram realizar o treinamento de um modelo capaz de reconhecer sinais estáticos da Libras através de informações de profundidade.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizado o classificador Support Vector Machine (SVM).
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia obtida foi de 94.625%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados dados de profundidade provenientes de um Kinect.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos todos os sinais estáticos do alfabeto em Libras.
Contexto do estudo	Estudo foi desenvolvido com o intuito de realizar o reconhecimento computacional dos sinais estáticos do alfabeto manual da LIBRAS, capturados através do sensor de profundidade do Microsoft Kinect, utilizando técnicas de reconhecimento de padrões em imagens com classificação por Support Vector Machines (SVM) em uma abordagem multiclasse.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida nenhuma ferramenta baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Não foi descrito.

Tabela 43. Publicação - P32

A) Dados da Publicação	
Título	Aprendizado profundo no reconhecimento de sinais estáticos de Libras
Autor(es)	Eros G. A. Caiafa; Fabiana F. Fonseca; Amaro A. Lima; Gabriel M. Araujo; Eduardo A. B. da Silva
Fonte de Publicação	Proc. 38th Simpósio Brasileiro de Telecomunicações e Processamento de Sinais.
Ano de Publicação	2020
Resumo	Os autores buscaram compara o desempenho de quatro arquiteturas de redes neurais no reconhecimento de sinais em Libras.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foram utilizadas arquiteturas e CNN (LeNet, InceptionV3, VGG e ResNET) no reconhecimento dos sinais em duas bases de dados.
Acurácia do método utilizado	As maiores acurácias foram da VGG19 que obteve 99.17% na base de dados LASIC e InceptionV3 que obteve 99.13% na base de dados (COSTA et al., 2017)
Tecnologias utilizadas em paralelo	Apenas imagens e vídeos.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos todos os sinais das duas bases utilizadas
Contexto do estudo	O estudo foi desenvolvido com o intuito de avançar em soluções usando visão computacional para o problema de reconhecimento de gestos em Libras.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi construída baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foram utilizadas a base do Laboratório de Pesquisa em Sistemas Inteligentes e Cognitivos (LASIC) e a base de (COSTA et al., 2017)

Tabela 44. Publicação - P33

A) Dados da Publicação	
Título	Talkbox – Tradução de Libras com Machine Learning
Autor(es)	Bruno Novac Rossit; Eduardo dos Santos Oliveira; João Gabriel M. Vasconcellos
Fonte de Publicação	Trabalho de Conclusão de Curso do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia
Ano de Publicação	2022
Resumo	Os autores buscaram treinar uma rede modelo MobileNetV2 para reconhecer alguns sinais estáticos em Libras e retornar o seu significado na forma de fala.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada uma CNN modelo MobileNetV2,.
Acurácia do método utilizado	Apesar de não descrever a acurácia, a precisão média obtida foi de mais de 85%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizadas apenas imagens coletadas por meio de Webcam.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos oito sinais estáticos, sendo eles: "Oi", "Desculpa", "Amigo", "Triste", "Adulto", "O que?", "Te amo", "Casa".
Contexto do estudo	O estudo foi desenvolvido com intuito de facilitar a inclusão de deficientes auditivos, através do desenvolvimento de um sistema inteligente por meio de rede neural artificial para a detecção e tradução da linguagem brasileira de sinais.
Ferramenta desenvolvida	O sistema desenvolvido coleta dados por meio de um webcam e a rede neural produzida, que foi embarcada em um sistema microprocessado com placa Raspberry Pi, traduz os comandos e os converte em áudio.
Avaliação da usabilidade	Não houve
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 45. Publicação - P34

A) Dados da Publicação	
Título	Processo para Reconhecimento e Tradução de Sinais em LIBRAS Utilizando Redes Neurais Artificiais
Autor(es)	João Pedro C. Sobrinho; Lucas O. Pacheco H. da Silva; Gabriella C. B. C. Dalpra; Samuel C. A. Basilio
Fonte de Publicação	Anais do Computer on the Beach
Ano de Publicação	2020
Resumo	Os autores buscaram desenvolver uma abordagem de ConvLSTM para reconhecimento de sinais em Libras através de vídeos, como o intuito de desenvolver uma solução que ajude na interação de usuários e não usuários da Libra.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizada uma RNN modelo Convolutional-recurrent Neural Network (ConvLSTM)
Acurácia do método utilizado	A acurácia obtida foi de 70%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados apenas vídeos
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foi reconhecida apenas uma frase em Libras, sendo ela: "Olá, tudo bem?".
Contexto do estudo	O estudo busca propor um processo para facilitar a comunicação entre os utilizadores e não utilizadores de LIBRAS através da utilização de redes neurais artificiais, de forma a permitir uma maior aproximação entre eles.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida nenhuma ferramenta baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 46. Publicação - P35

A) Dados da Publicação	
Título	Reconhecimento de linguagem de sinais: aplicação em LIBRAS
Autor(es)	Ruberth A. A. Barros; Aitan V. Pontes; João D. S. Almeida
Fonte de Publicação	V Jornada de Informática do Maranhão on Proceedings
Ano de Publicação	2014
Resumo	Os autores buscara propor um modelo treinado para reconhecer gestos em Libras, no intuito contribuir com uma solução que visa auxiliar a comunicação entre usuários e não usuários de Libras.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizado o classificador Support Vector Machine (SVM)
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia encontrada foi de 87%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizadas apenas imagens e vídeos provenientes de câmeras RGB.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos apenas os algarismos "0", "1", "2", "3", "4", "5", "7" e "8" em Libras.
Contexto do estudo	O estudo foi desenvolvido no intuito de propor uma forma automática de traduzir Libras através de técnicas de processamento de imagens e reconhecimento de padrões.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida baseada no modelo proposto.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 47. Publicação - P36

A) Dados da Publicação	
Título	Sign Language Recognition with Support Vector Machines and Hidden Conditional Random Fields Going from Fingerspelling to Natural Articulated Words
Autor(es)	César Roberto de Souza; Ednaldo Brigante Pizzolato
Fonte de Publicação	Machine Learning and Data Mining in Pattern Recognition: 9th International Conference
Ano de Publicação	2013
Resumo	Os autores buscaram propor o uso de SVM no reconhecimento de sinais em libras através de dados sensoriais e de profundidade.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizado o classificador Support Vector Machine (SVM)
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia obtida foi de 80.19%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados sensores de intensidade e profundidade, provenientes de um Kinect.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos gestos estáticos e dinâmicos, sendo eles: "Armário", "Sapato", "Desculpa", "Eu", "Dia", "Tchau", "Oi", "Idade", "Carro", "Comprar", "Gostar", "Nome" e "Querer".
Contexto do estudo	O estudo buscou mostrar como o uso de modelos discriminativos em vez de modelos generativos ajudam a melhorar o desempenho de um sistema sem causar um provável overfitting.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 48. Publicação - P37

A) Dados da Publicação	
Título	An Instrumented Glove for Recognition of Brazilian Sign Language Alphabet
Autor(es)	Thiago Simões Dias; José Jair Alves Mendes Júnior; Sérgio Francisco Pichorim
Fonte de Publicação	IEEE sensors journal
Ano de Publicação	2021
Resumo	Os autores buscaram desenvolver um sistema para reconhecimento do alfabeto em Libras, através da utilização de uma luva com sensores.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foram utilizados os classificadores Multilayer Perceptron Neural Network (MLP-NN), k-Nearest Neighbor (KNN), Support Vector Machines with linear kernel (SVMLin), Random Forest (RF) e Naïve Bayes with gaussian distribution (NB).
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia foi de 96.15%, proveniente do classificador Random Forest (RF).
Tecnologias utilizadas em paralelo	Para aquisição de dados, foi utilizada uma luva instrumentada, que possui sensores flexíveis, sensores inerciais e sensores de contato.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidas as 26 letras do alfabeto em Libras.
Contexto do estudo	O estudo buscou apresentar o desenvolvimento e a análise de um sistema de reconhecimento do alfabeto da Libras, composto por uma luva instrumentada e um sistema de aquisição.
Ferramenta desenvolvida	A única ferramenta desenvolvida foi a luva sensorial para captação e reconhecimento de dados.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 49. Publicação - P38

A) Dados da Publicação	
Título	A robust gesture recognition using hand local data and skeleton trajectory
Autor(es)	E. Escobedo-Cardenas; G. Camara-Chavez
Fonte de Publicação	2015 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP).
Ano de Publicação	2015
Resumo	Os autores buscaram propor uma bordagem que utiliza dados provenientes de um Kinect para realizar o treinamento de um modelo de ML para reconhecimento de sinais da Libras.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizado o classificador Support Vector Machines (SVM).
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia obtida foi de 98.28%.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados dados de intensidade, profundidade e articulação do esqueleto, provenientes de um Kinect.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidos 18 sinais pertencentes a Libras, mas não foram especificados.
Contexto do estudo	O estudo foi desenvolvido no intuito de propor uma nova abordagem para o reconhecimento dinâmico de gestos manuais usando dados de intensidade, profundidade e articulação do esqueleto capturados pelo sensor Kinect.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida utilizando o modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 50. Identificador P39

A) Dados da Publicação	
Título	Implementation of Classification Algorithms in a Smart Glove for Hand Gesture Detection
Autor(es)	Felipe Quirino; Marcelo Romanssini; Mathias Baldissera; Alessandro Girardi
Fonte de Publicação	Chip in the pampa
Ano de Publicação	2018
Resumo	Os autores buscaram analisar o desempenho de algoritmos aprendizado de máquina para reconhecer gestos de classificação implementados em uma luva de detecção de gestos.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foram utilizados os classificadores Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbors (KNN), Linear Discriminant Analysis (LDA), Quadratic Discriminant Analysis (QDA), Logistic Regression (LR) e Random Forest (RF)
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia foi de 94%, proveniente do LDA.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foi utilizada um luva com seis sensores MPU 6050.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidas as 26 letras do alfabeto.
Contexto do estudo	Desenvolver uma luva de detecção de gestos capaz de traduzir o movimento da mão em informações úteis, como uma letra do alfabeto, permitindo a digitação de palavras e frases.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida utilizando os modelos treinados.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 51. Publicação - P40

A) Dados da Publicação	
Título	Automatic Recognition of Continuous Signing of Brazilian Sign Language for Medical Interview
Autor(es)	Robson Silva de Souza; José Mario De Martino; Janice Gonçalves Temoteo Marques; Ivani Rodrigues Silva
Fonte de Publicação	Proc. of the Sixth International Conference on Informatics and Assistive Technologies for Health-Care
Ano de Publicação	2021
Resumo	Os autores buscaram treinar um modelo em ML para reconhecer sinais de Libras ligados ao contexto médico.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foram utilizadas Convolutional Neural Network (CNN) e Recurrent Neural Network (RNN).
Acurácia do método utilizado	A maior acurácia obtida foi de 91%, proveniente da combinação das duas redes neurais.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados apenas vídeos e dados de profundidade, provenientes de uma câmera RGB-D.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram detectadas 56 sentenças em Libras, relacionadas a área médica.
Contexto do estudo	O estudo foi desenvolvido com intuito de facilitar a interação e a troca de informações durante entrevistas médicas com pacientes com alguma deficiência auditiva ou de fala.
Ferramenta desenvolvida	Nenhuma ferramenta foi desenvolvida utilizando o modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

Tabela 52. Publicação - P41

A) Dados da Publicação	
Título	Evaluating Sign Language Recognition Using the Myo Armband
Autor(es)	João Gabriel Abreu; João Marcelo Teixeira; Lucas Silva Figueiredo; Veronica Teichrieb
Fonte de Publicação	2016 XVIII symposium on virtual and augmented reality (SVR)
Ano de Publicação	2016
Resumo	Os autores buscaram treinar um modelo de ML para reconhecer sinais estáticos da Libras a partir de dados provenientes de uma braçadeira.
B) Dados Derivados do Objetivo	
Método utilizado	Foi utilizado o classificador Support Vector Machine (SVM)
Acurácia do método utilizado	Foi obtida uma acurácia de mais de 90% para todas as letras.
Tecnologias utilizadas em paralelo	Foram utilizados dados de eletromiograma (EMG) fornecidos pela braçadeira Myo.
Tipos de sinais que foram reconhecidos	Foram reconhecidas as letras estáticas do alfabeto em Libras.
Contexto do estudo	O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a utilidade das leituras EMG da braçadeira Myo como recursos para classificação de gestos de letras estáticas em Libras.
Ferramenta desenvolvida	Não foi desenvolvida nenhuma ferramenta baseada no modelo treinado.
Avaliação da usabilidade	Não houve.
Conjunto de treinamento	Foi utilizado um dataset próprio.

APÊNDICE B – DEMAIS DIAGRAMAS

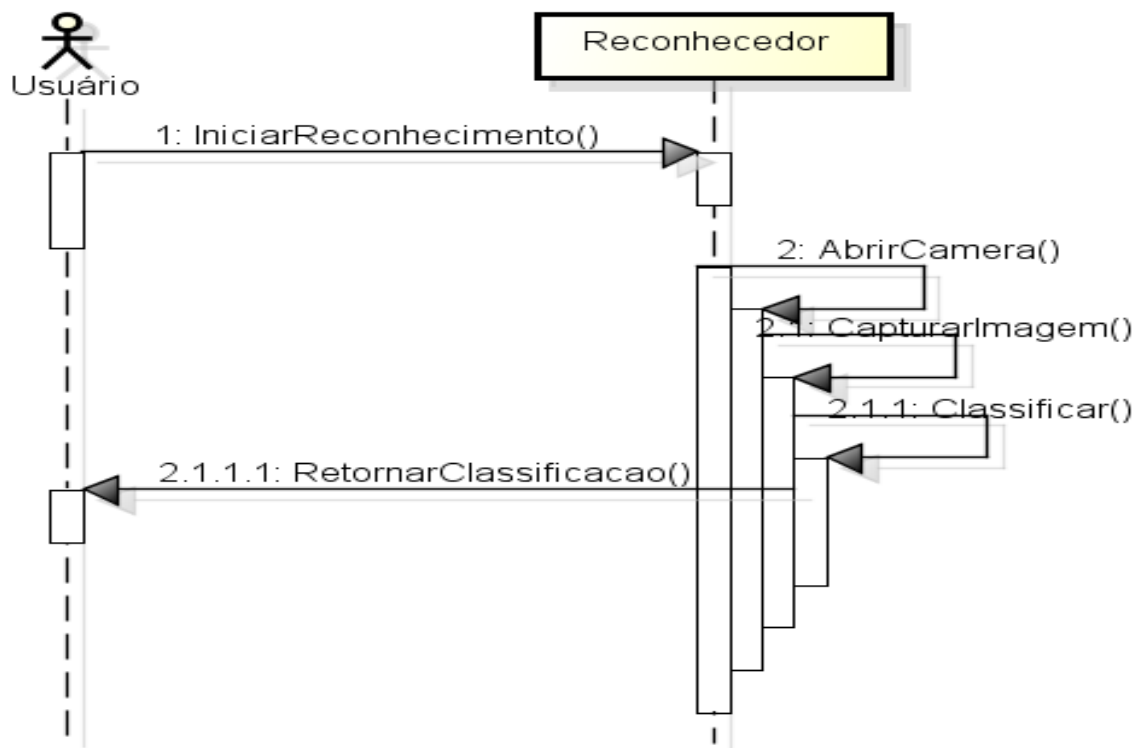


Figura 21. Diagrama de Sequência do reconhecimento de sinais através de imagens no TalkLibras

APÊNDICE C – DEMAIS TELAS DA APLICAÇÃO TALKLIBRAS

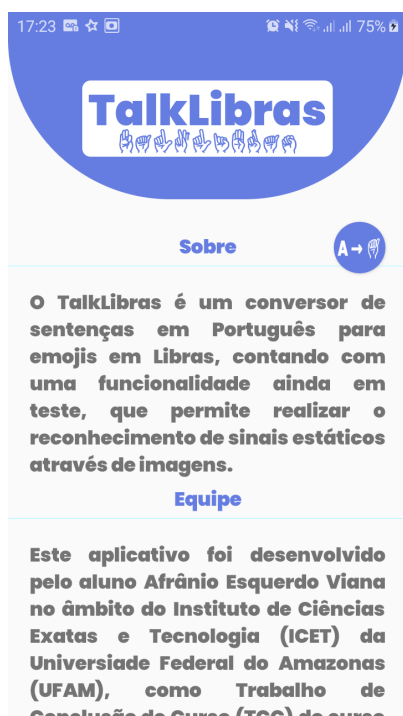


Figura 22. Tela informando sobre a equipe por trás do TalkLibras

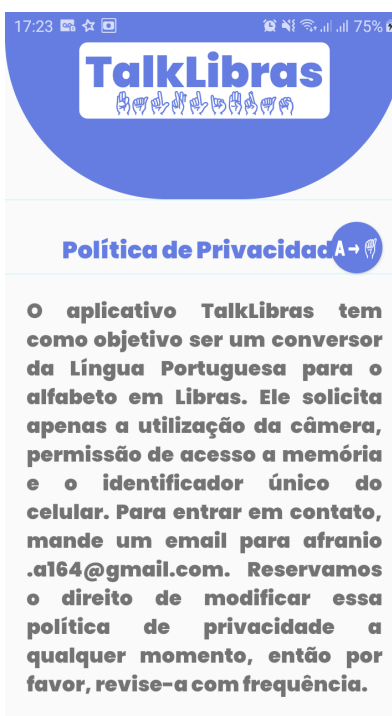


Figura 23. Tela de informe sobre a Política de Privacidade

APÊNDICE D – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DO SOFTWARE

TalkLibras: Ferramenta Assistiva para Comunicação em Libras

O aplicativo **TalkLibras** foi desenvolvido para auxiliar na tradução de Libras para a língua portuguesa. Este aplicativo também poderá ser utilizado para fins educacionais, servindo como apoio educacional para os professores que trabalham com alunos com deficiência auditiva e intérpretes.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) Participante,

Meu nome é Afrânio Esquerdo Viana, sou aluno da Universidade Federal do Amazonas e curso Sistemas de Informação. Estou realizando a avaliação do software TalkLibras, do ponto de vista dos professores, para o meu Trabalho de Conclusão de Curso, sob a orientação do Prof. Dr. Rainer Xavier de Amorim, cujo objetivo é desenvolver uma ferramenta tecnológica que auxilie no processo de comunicação através da tradução entre a Língua Portuguesa e a Libras.

Sua participação nos ajudará no desenvolvimento das principais funcionalidades do aplicativo, assim como interface e outras particularidades. As respostas fornecidas por você, no questionário, nos ajudarão no desenvolvimento deste aplicativo. Todo esse processo deverá levar cerca de 15 minutos. Sua contribuição é muito importante para a conclusão deste trabalho.

A sua participação é voluntária e você poderá desistir a qualquer momento. Na publicação dos resultados desta pesquisa sua identidade será mantida no mais rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo(a).

- **Afrânio Viana:** afranio.a164@gmail.com – ICET/UFAM
- **Rainer Amorim:** raineramorim@ufam.edu.br – ICET/UFAM

- Eu aceito participar
 Não aceito participar

Em: ____ / ____ / _____ Assinatura: _____

O formulário possui 04 sessões principais: Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação. Nelas serão utilizadas uma escala de pontuação que varia em cinco valores.

Registre seu grau de concordância para cada afirmação: (-2) Discordo Totalmente, (-1) Discordo, (0) Indiferente, (1) Concordo e (2) Concordo Totalmente.

DADOS DO PARTICIPANTE

1. Qual o seu Nome?

2. Sexo: () Feminino () Masculino

3. Formação Acadêmica:

() Ensino Médio () Bacharel () Licenciatura () Mestrado () Doutorado

Outro: _____

4. Quanto tempo você trabalha na Escola? () 1 - 3 anos () 4 - 7 anos () 8 - 10 anos

() 11 - 15 anos () Outro: _____

5. Níveis de ensino em atuação:

() Educação Infantil () Ensino Fundamental () Ensino Médio

() Ensino Superior () Ensino Técnico () Cursos Livres (ex.: informática, atendimento, secretariado, etc.)

6. Instituição atuante:

() Pública () Privada

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO

ATENÇÃO

Nº	Questão	-2	-1	0	1	2
1	O design do sistema é atraente					
2	Há algo interessante no aplicativo que chama atenção inicialmente					
3	A estrutura e elementos do aplicativo ajuda a manter a atenção					
4	Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o aplicativo					
5	Tem muitos elementos no aplicativo, deixando-o cansativo e irritante					
6	O usuário pode encontrar surpresas desagradáveis					
7	Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse aplicativo rapidamente					
8	Eu achei o aplicativo atrapalhado de usar					
9	Eu me senti confiante ao usar o aplicativo					
10	Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o aplicativo					

RELEVÂNCIA

Nº	Questão	-2	-1	0	1	2
1	O aplicativo tem elementos conhecidos pelos futuros usuários					
2	Pode ser utilizado como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem de Libras e Português					
3	Consegui concluir a tarefa de tradução no aplicativo					
4	Possui ferramentas e elementos relevantes para o professor no conteúdo de suas aulas					
5	Possui ferramentas e elementos interessantes para que os alunos possam utilizar em sala de aula					
6	O aplicativo pode ser utilizado no dia a dia do público interessado, independentemente de ser no ambiente educacional					
7	O público interessado teria algum tipo de limitação em utilizar o aplicativo					

CONFIANÇA

Nº	Questão	-2	-1	0	1	2
1	O aplicativo é fácil de entender					
2	Deixa claro o que deve ser feito					
3	Possibilita uma autoconfiança na aprendizagem					
4	Possibilita uma autonomia do público interessado, conseguindo se comunicar com as pessoas que não conhecem Libras, independentemente de estar no meio educacional					

CONTEXTUALIZANDO

7. O aplicativo apresentado poderia ser utilizado em um contexto educacional e assim contribuir positivamente no aprendizado de Libras e/ou Língua Portuguesa?

8. Você acredita que seria viável a utilização do aplicativo apresentado no dia a dia do público surdo, de forma servir como facilitador da comunicação com o público que não conhece Libras?

CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS

9. Como você melhoraria este sistema? (Opcional)

10. Quais aspectos deste sistema foram mais úteis ou valiosos? (Opcional)

OBSERVAÇÕES (críticas ou sugestões):
