

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP

Rua Heitor Lacerda Guedes, 1000 - Cidade Satélite Íris, Campinas - SP, 13059-581

KATHERINE BILSLAND MARCHESAN

LUIZA RODRIGUES DE SOUZA

De Sinais a Palavras: O Primeiro Tradutor de Libras Para Português

Orientador: Thalita Biazuz Veronese

Coorientador: Márcio André Miranda

abr 2025 - dez 2025

RESUMO

A comunicação constitui um dos pilares fundamentais da sociedade humana, sendo essencial para a transmissão de ideias, conhecimentos e emoções. Sua trajetória histórica, desde as primeiras manifestações nas pinturas rupestres até os complexos sistemas digitais atuais, evidencia a constante evolução dos meios de interação. Contudo, persistem desafios significativos para a plena inclusão de pessoas com deficiência auditiva e/ou pessoas surdas, cujo direito à comunicação é assegurado tanto pela Declaração Universal dos Direitos Humanos (art. 19) quanto pela legislação brasileira, que reconheceu a Língua Brasileira de Sinais como meio oficial de comunicação em 2002 (Lei nº 10.436). Apesar desses avanços, a escassa difusão da Libras na sociedade ainda limita o acesso à educação, ao emprego e à participação social efetiva por parte da comunidade surda. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma solução tecnológica para a melhor integração da população surda na sociedade. Está em desenvolvimento um aplicativo capaz de traduzir gestos em Libras para Língua Portuguesa em tempo real, facilitando a comunicação entre surdos e ouvintes. O trabalho baseia-se no uso integrado de ferramentas de visão computacional, como OpenCV e MediaPipe, e técnicas de aprendizado de máquina (Machine Learning), permitindo o reconhecimento preciso dos sinais. Dessa forma, os protótipos desenvolvidos demonstraram sucesso no reconhecimento, alcançando alta acurácia na tradução inicial de sinais. Paralelamente, foi projetada e codificada uma interface de aplicativo multiplataforma (iOS/Android) intuitiva e acessível, e deram-se os primeiros passos na estratégia de divulgação do aplicativo diretamente para a comunidade surda. A implementação desse recurso visa não apenas promover a acessibilidade comunicativa, mas também fomentar a inclusão social de usuários de Libras e reduzir as barreiras linguísticas.

Palavras-chave: Comunicação; Libras; Acessibilidade; Inteligência Artificial; Inclusão Social.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
3. OBJETIVOS.....	7
3.1 Objetivo geral.....	7
3.2 Objetivos específicos.....	7
3.3 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	8
4. METODOLOGIA.....	8
4.1 TensorFlow e Keras.....	8
4.2 OpenCV.....	9
4.3 MediaPipe.....	9
4.4 Teachable Machine.....	10
4.5 React Native.....	10
4.6 Desenvolvimento do Programa de Reconhecimento de Sinais.....	11
4.7 Desenvolvimento do Aplicativo Móvel.....	12
4.8 Disseminação do Aplicativo.....	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
6. CONCLUSÃO.....	18
BIBLIOGRAFIA.....	19

1. INTRODUÇÃO

A comunicação representa um dos fenômenos mais importantes da espécie humana e compõe um dos processos essenciais da organização social. Sendo assim, é a responsável por relacionar os indivíduos e permitir o compartilhamento de sentimentos, ideias, conhecimentos e práticas (Barros; Souza; Teixeira, 2021).

Ela surgiu a partir da necessidade humana de passar informações uns aos outros, podendo se apresentar na forma de linguagem oral, escrita, gestual, visual e sonora (Terracota, 2024). Compreendê-la requer voltar no tempo e buscar suas origens e transformações ao longo da história (Perles, s.d).

Os primeiros registros de comunicação escrita se encontram nas inscrições em cavernas no período Paleolítico, chamados de pinturas rupestres (Quixote, 2023). Ao passo que o povo Sumério, considerado o povo mais antigo, foi o primeiro a usar o sistema pictográfico, que transformava os sons em símbolos simples para representar objetos materiais e ideias, criando assim a escrita fonética (Veríssimo, s.d). Com o avanço tecnológico, a intercomunicação adquiriu formas mais claras e evoluídas, e a sociedade passou a registrá-la de outras maneiras, como em cartas e eventualmente, aplicativos de mensagens.

A comunicabilidade é essencial para a expressão como indivíduos, o sentido de pertencimento a uma comunidade e o reconhecimento do valor individual e de terceiros. De acordo com o artigo 19 da Declaração Universal dos Direitos humanos, é inegável que todos têm direito a liberdade de expressão:

Todo o indivíduo tem direito à liberdade de opinião e de expressão, o que implica o direito de não ser inquietado pelas suas opiniões e o de procurar, receber e difundir, sem consideração de fronteiras, informações e idéias por qualquer meio de expressão. (ONU, 1948).

No entanto, ainda existem limitações na prática deste artigo e a não aplicação a todos igualmente. Tais restrições podem afetar desigualmente pessoas com deficiência, principalmente aquelas com dificuldades de comunicação, impedindo que sejam ouvidas e interpretadas (Mcewin; Santow, 2018).

A falta de adaptações para que um indivíduo com deficiência tenha sua voz reconhecida pode resultar na negação da sua liberdade de expressão. Logo, surgiu a necessidade de ferramentas que possibilitam a comunicação inclusiva.

Em 1857, foi criado o Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES), onde usavam a língua de sinais francesa misturada com a existente no Brasil,

influenciando a Língua de Sinais Brasileira, que, com o passar dos anos, foi sendo valorizada e reconhecida como um sistema de comunicação completo (Santos; Mazzuco, 2022). Desse modo, usada pelos surdos há muitos anos, a Língua Brasileira de Sinais (Libras) foi oficializada em 2002 pela Lei nº 10.436 de 24 de abril.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º É reconhecida como meio legal de comunicação e expressão a Língua Brasileira de Sinais - Libras e outros recursos de expressão a ela associados. (Brasil, 2002)

Apesar desses avanços, a dificuldade na comunicação entre surdos e ouvintes ainda é um desafio na sociedade, e consequentemente implica na falta de acesso à educação de qualidade e inserção no mercado de trabalho (AME, 2021).

Atualmente, Libras ainda tem pouca popularidade entre indivíduos ouvintes, o que aumenta ainda mais os obstáculos na troca de informações. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a comunidade de indivíduos com deficiência auditiva no Brasil abrange 2,3 milhões de indivíduos (Estatísticas Sociais, 2021).

Isto posto, há a necessidade de se criar ferramentas que facilitem a interação entre surdos e ouvintes. Embora já existam aplicativos que realizam a tradução do Português para Libras, ainda não foi desenvolvido nenhum aplicativo capaz de traduzir Libras para o Português (Sousa; Junior, 2025). Além disso, até o momento, em uma escala mundial, não há registro de nenhum software para uso público que realize a tradução de línguas de sinais para a linguagem escrita.

Em vista disso, o trabalho aqui apresentado visa desenvolver um aplicativo que tem como objetivo proporcionar uma comunicabilidade acessível entre falantes de libras e pessoas leitoras em língua portuguesa sem familiaridade a Libras.

Com a disponibilização do aplicativo, será fundamental sua disseminação na sociedade, garantindo que não se restrinja apenas à esfera acadêmica. Para alcançar esse objetivo, serão contactados intérpretes, escolas de Libras e instituições especializadas em educação de surdos, solicitando colaborações. A meta é garantir que o aplicativo chegue diretamente ao seu público-alvo, composto por indivíduos que mais necessitam e se beneficiariam da ferramenta.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A evolução da humanidade e da sociedade está fundamentalmente relacionada com o aprimoramento das formas de comunicação que foram desenvolvidas e consolidadas ao longo dos tempos. Desde a origem da humanidade, a comunicação foi essencial para estabelecer conexões entre os indivíduos de modo ordenado e, assim, buscar uma compreensão e eclosão da sociedade e da socialização (Barros; Souza; Teixeira, 2021).

A conversação é crucial para o ser humano. Os indivíduos aprendem o mundo através da comunicação e todos os seus feitos são sempre acompanhados de ação comunicativa (Cardoso, 2023).

Porém, existem barreiras que podem afetar desproporcionalmente pessoas com deficiência, particularmente aquelas que apresentam adversidades comunicativas (Mcewin; Santow, 2018, p.1).

O Artigo 21 da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência constata a importância de pessoas com deficiência conseguirem exercer seu direito à liberdade de expressão e opinião por meio do reconhecimento do uso de línguas de sinais e pelo fornecimento de tecnologias acessíveis e apropriadas aos diferentes tipos de deficiência (Brasil, 2016). No entanto, apesar da atestação deste regulamento, a legitimação da liberdade de expressão aos indivíduos com deficiência ainda não é totalmente praticada, especialmente ao deficientes auditivos e/ou ausentes de fala.

Ainda que correspondam a 5% da população e estejam presentes em diferentes classes sociais e faixas etárias, a imperceptibilidade de pessoas com deficiência auditiva e pessoas surdas influencia na dificuldade de interação que esse grupo de pessoas encontra em diversos âmbitos da vida (AME, 2021).

Outra barreira entre surdos/deficientes auditivos e ouvintes no Brasil é o desconhecimento generalizado de Libras (HAND TALK, s.d.). Embora alguns surdos oralizados consigam fazer leitura labial, a maior parte deles comunica-se pela língua dos sinais. Entretanto, quando o interlocutor desconhece esse sistema de comunicação, o intercâmbio de informações se torna inviável.

Desta forma, a Comunicação Alternativa e Aumentativa (CAA) surge como ferramenta estratégica para desenvolver a independência na troca de mensagens, potencializando maior eficácia e autonomia nas interações (Pais, 2022). A CAA é um

sistema que estimula as funções cognitivas ao fornecer ferramentas para que o indivíduo com ausência de oralidade possa utilizar-se de outros recursos para conseguir se comunicar com autonomia e alcançar a plena inclusão social, respeitando suas limitações sensoriais e físicas (Romano; Chun, 2018).

Porém, ainda há a ausência de qualquer ferramenta que permita a um indivíduo fluente em Libras, comunicar-se diretamente com alguém que desconhece dessa língua. Nessa perspectiva, no presente projeto, será elaborado um software que terá interação com Inteligência Artificial (IA) para reconhecer os sinais de Libras e assim, transformar em palavras para ouvintes, para que possa haver a troca de informações entre surdos e ouvintes sem domínio em Libras.

Para esse fim, será utilizado *Machine Learning* (ML), um ramo de IA, que se concentra em criar sistemas que podem aprender e se desenvolver com dados, permitindo a identificação de padrões (Costa; Pyres, 2024). Além disso, será empregado o uso de MediaPipe Hands, um pipeline de ML que realiza a identificação das coordenadas da mão e permite fazer seu mapeamento (GOOGLE, 2022). O aplicativo será capaz de, através do mapeamento, reconhecer os sinais realizados e associá-los aos seus dados de treinamento, assim, ocorrerá a tradução do sinal para português escrito. O software estará disponível gratuitamente a todos para a instalação em seus aparelhos eletrônicos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Desenvolver um aplicativo que traduza sinais de Libras para português em tempo real, pelo uso de ML e IA.

3.2 Objetivos específicos

- a) Criar um código que realiza a tradução de Libras para português;
- b) Integrar o software em um aplicativo de dispositivos móveis;
- c) Disponibilizar o aplicativo para uso e instalação gratuita a terceiros;
- d) Realizar a disseminação do aplicativo diretamente com comunidades surdas e/ou usuários de Libras.

3.3 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A Organização das Nações Unidas, juntamente com seus parceiros no Brasil, criaram uma agenda com 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), para atingir os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo, até 2030 (Nações Unidas no Brasil, 2025).

Por isso, com a intenção de contribuir para a erradicação da desigualdade no Brasil, o desenvolvimento de um aplicativo que traduz, em tempo real, gestos da Língua Brasileira de Sinais (Libras) para a Língua Portuguesa, auxilia na redução das barreiras de comunicação enfrentadas pela comunidade surda.

O aplicativo, ao utilizar tecnologias como visão computacional e aprendizado de máquina para promover a acessibilidade comunicacional, além de ser disponibilizado gratuitamente, representa uma ação prática voltada à garantia da equidade e à valorização da diversidade linguística e cultural, garantindo o acesso à tecnologia assistiva a todos.

4. METODOLOGIA

As ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do software de reconhecimento foram programas baseadas em Python, como TensorFlow, Keras, OpenCV, MediaPipe e Teachable Machine, além da interação com Inteligência Artificial (IA) que fará o uso de técnicas de *Machine Learning* (ML) para o reconhecimento dos sinais. Para a programação do próprio aplicativo, será utilizado o React Native, uma ferramenta baseada em JavaScript.

4.1 TensorFlow e Keras

TensorFlow é uma biblioteca de software ou *framework* de código aberto criada pelo Google. Ele permite a implementação de técnicas de ML e *Deep Learning* (DL) em larga escala, além de computação numérica. Cálculos são simplificados usando uma combinação de álgebra computacional e técnicas de otimização (Ramchandani *et al.*, 2022). Ela emprega aprendizado de máquina e inteligência artificial para aprimorar mecanismos de busca, legendas de imagens, detecção de padrões e outras funções.

O Keras, por sua vez, é uma biblioteca de alto nível construída sobre o TensorFlow. Ele atua como uma interface intuitiva e simplificada, permitindo a prototipagem rápida e eficiente de modelos de rede neural.

Portanto, a combinação dessas ferramentas é essencial para o desenvolvimento do software. Enquanto o TensorFlow fornece a base robusta e o poder computacional necessário para o treinamento do modelo de IA, o Keras oferece a camada de abstração que agiliza e facilita o processo de construção, experimentação e iteração desse mesmo modelo (Manaswi, 2018).

4.2 OpenCV

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) é uma das bibliotecas mais utilizadas e conhecidas, com o código-fonte disponível publicamente, empregada na visão computacional, processamento de imagens e aprendizado de máquina. Ela oferece vastas funções que permitem aos programadores realizar operações complexas de análise de imagens e vídeos em tempo real. Essas habilidades tornam o OpenCV fundamental em sistemas modernos, permitindo desde o rastreamento de movimento até o processamento de padrões visuais (Honório, 2024).

Seus algoritmos podem ser utilizados para detecção e reconhecimento de rosto, identificação de objetos e diferenciação entre seres humanos e animais (Tavares, 2023).

4.3 MediaPipe

MediaPipe é um *framework* de código aberto do Google para a produção de pipelines que realizam inferências de visão computacional sobre dados sensoriais arbitrários, como texto, vídeo e áudio em tempo real (Boesch, 2023). Os pipelines desenvolvidos com o MediaPipe podem ser executados perfeitamente em aplicativos para web e dispositivos móveis.

Para o desenvolvimento do software, a solução principal é o MediaPipe Hands, um pipeline especializado que realiza o rastreamento tridimensional das mãos. Ele identifica e monitora mais de 20 *landmarks*, ou pontos de referência, em

cada mão, localizando articulações dos dedos e regiões da palma, o que é fundamental para a interpretação dos gestos.

Além disso, o sistema é complementado por outros dois módulos do MediaPipe; o Media Pipe Pose, responsável pelo mapeamento de pontos corporais, como ombros, cotovelos e pulsos, auxiliando na compreensão da orientação e movimento dos braços, e o MediaPipe FaceMesh, que detecta centenas de pontos faciais, permitindo a captura de expressões faciais, um elemento crucial para a gramática e completude semântica na comunicação em Libras.

Dessa forma, a integração desses três pipelines possibilita uma análise abrangente e multimodal dos sinais, tornando o sistema de reconhecimento mais preciso e contextualmente informado.

4.4 Teachable Machine

O Teachable Machine é um software de ML desenvolvido pelo Google que oferece uma interface amigável para a criação e treinamento de modelos de aprendizagem de máquina sem requisitos de codificação (Arjun, 2024).

O programa permite a coleção de dados em diferentes classes e realiza o treinamento de um modelo que será ajustado com base nos dados fornecidos pelo usuário. Os modelos treinados podem ser exportados para uso em sites, aplicativos móveis e outros softwares.

4.5 React Native

O React Native é um *framework* de código aberto criado pela Meta que permite a criação de aplicativos nativos para Android e iOS a partir de um código-base escrito majoritariamente em JavaScript e React (React Native, 2025). Essa abordagem oferece uma solução acessível, assegurando funcionalidade e uma experiência de usuário consistente em diferentes dispositivos e sistemas operacionais.

Além disso, a arquitetura do React Native é ideal para a integração proposta no presente projeto. A interface do usuário será construída com o *framework*, enquanto o software de reconhecimento, o que constitui o módulo central de processamento do aplicativo, será integrado como um módulo nativo. Assim, a

ferramenta permite criar uma interface ágil e moderna, ao mesmo tempo que utiliza código de alto desempenho para executar algoritmos complexos de reconhecimento, garantindo assim a eficácia e a velocidade necessária para a funcionalidade do app.

4.6 Desenvolvimento do Programa de Reconhecimento de Sinais

Inicialmente, para adaptação dos mecanismos utilizados no desenvolvimento do aplicativo, ferramentas como MediaPipe Hands e OpenCV, foi codificado um programa em Python que realize o mapeamento de até duas mãos e faz a contagem dos dedos, exibindo o número de dedos levantados em tempo real. O programa foi feito sem ML, sendo que o reconhecimento é realizado pela lógica programada, associando os pontos mapeados nos dedos à palma da mão para determinar quais dedos estão levantados.

Com base neste software, foi criado um programa que realiza a tradução do alfabeto em Libras para o português. Foi empregado o uso de TensorFlow e Teachable Machine para a criação de um modelo de IA. Neste modelo, foram criadas classes para cada letra estática do alfabeto, as quais foram treinadas com centenas de imagens das mãos mapeadas. Para o aprendizado de máquina, utilizou-se mãos de tamanhos e dimensões diferentes para tornar o reconhecimento mais robusto e inclusivo. O modelo foi treinado e exportado em modelo "keras" para ser integrado no código em Python, o que, quando rodado, exibe em tempo real as letras sinalizadas.

Ademais, com o conhecimento adquirido na programação dos dois softwares anteriores, foi criado um programa para o reconhecimento de sinais com movimentos. O software, programado em Python, além de usar as mesmas ferramentas que os demais softwares, conta com MediaPipe Pose e FaceMesh para realizar o mapeamento dos braços, ombros e rosto, aumentando as possibilidades de reconhecimento. As expressões faciais são componentes essenciais e inseparáveis da língua de sinais. Elas funcionam como marcadores gramaticais, indicando perguntas, negações e variações de intensidade nos sinais. Além disso, desempenham um papel crucial na transmissão de emoções e na contextualização da mensagem, enriquecendo a comunicação entre os interlocutores (Oliveira; Ferreira, 2018).

De início, o software foi treinado com três palavras utilizando um modelo de DL. Para cada sinal, foram coletados 30 “vídeos” de 30 quadros cada. Cada quadro é um arquivo .npy que contém as coordenadas de todos os pontos de referências dos braços, ombros, rosto e das mãos. Assim, ocorre a aprendizagem de máquina que permite a diferenciação entre cada gesto estático ou com movimento.

Inicialmente, terá a incorporação das palavras mais frequentes e conforme a evolução da IA, a inserção de mais vocábulos. O treinamento da inteligência artificial será realizado com vídeos de especialistas em Libras — incluindo intérpretes profissionais e usuários fluentes ou nativos da língua — para garantir maior precisão no reconhecimento dos sinais e na interpretação contextual da comunicação.

Em adição, a Língua Brasileira de Sinais frequentemente emprega uma estrutura sintática distinta da do Português. Portanto, para garantir a correta tradução, o aplicativo necessita reorganizar os constituintes frasais nos padrões linguísticos predominantes da Língua Portuguesa, como SVO (Sujeito-Verbo-Objeto) ou SOV (Sujeito-Objeto-Verbo) (Schlindwein; Aquino, 2021). Para viabilizar essa funcionalidade, será implementado um módulo de lógica computacional, programado em Python. Este módulo atuará da seguinte forma: a partir do último sinal reconhecido na sequência, realizará uma análise comparativa com os sinais anteriores para determinar a necessidade de reordenamento sintático ou de ajustes morfológicos nas palavras, assegurando a geração de uma sentença gramaticalmente correta em Português.

Futuramente, poderá-se implementar uma função de leitura automática das traduções com voz de IA, utilizando a tecnologia Text-to-speech (TTS).

4.7 Desenvolvimento do Aplicativo Móvel

O software será integrado em um aplicativo móvel desenvolvido em React Native, permitindo a criação de uma base de código única para as plataformas Android e iOS.

Para o desenvolvimento da interface do usuário (UI), foi criado um protótipo que define o design e a experiência de uso do aplicativo, auxiliando tanto no planejamento quanto na implementação da programação. A tela inicial do aplicativo foi programada como primeiro protótipo funcional, validando a navegação e os elementos básicos da interface.

Por fim, o aplicativo será disponibilizado gratuitamente nas principais plataformas de download (Google Play Store e Apple App Store), assegurando seu acesso amplo e democrático.

4.8 Disseminação do Aplicativo

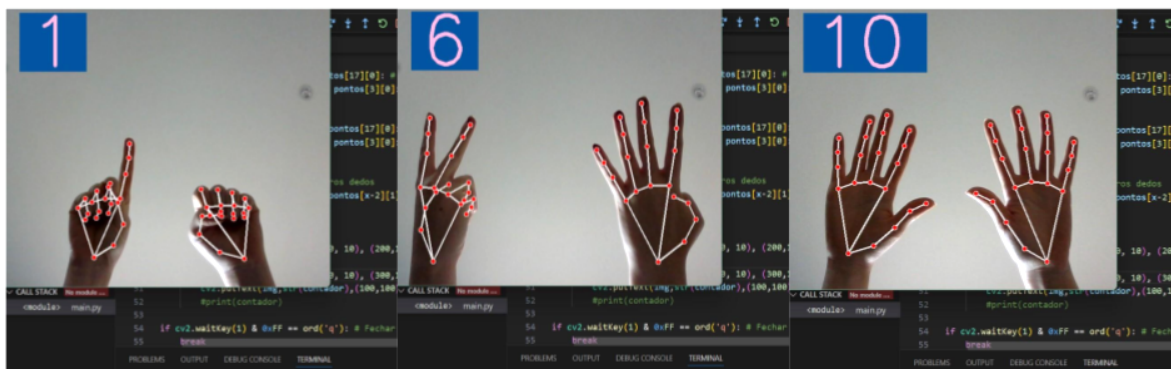
A fase de disseminação do aplicativo junto à sociedade será conduzida por meio de uma estratégia direcionada, elaborada para garantir que a ferramenta ultrapasse os limites do meio acadêmico e alcance efetivamente seu público-alvo principal. O plano fundamenta-se no estabelecimento de parcerias estratégicas. Para tanto, serão contactadas formalmente instituições de referência e representativas da comunidade surda, escolas bilíngues especializadas, intérpretes de Língua de Sinais e departamentos universitários de extensão que estão ligados às comunidades surdas. O objetivo desta articulação é viabilizar a divulgação do aplicativo em canais já consolidados e de confiança para os usuários finais.

Paralelamente, o aplicativo será apresentado em diversas feiras e congressos para capacitar potenciais usuários e profissionais da área, promovendo a adoção da tecnologia.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a familiarização com as ferramentas de programação e IA, foi criado um software de mapeamento e contagem dos dedos. O software realiza a contagem instantânea dos dedos e possui acurácia de 100% quando as mãos estão na posição vertical, independentemente de cor de pele, tamanho da mão e iluminação irregular (Figura 1).

Figura 1 - Amostra do funcionamento do programa codificado em Python que realiza a contagem automática dos dedos levantados.



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Em seguida, foi criado um programa que realiza, em tempo real, a tradução do alfabeto em Libras para o português (Figura 2).

Figura 2 - Imagens ilustrando o funcionamento do programa codificado que realiza a tradução dos sinais do alfabeto em libras para português.

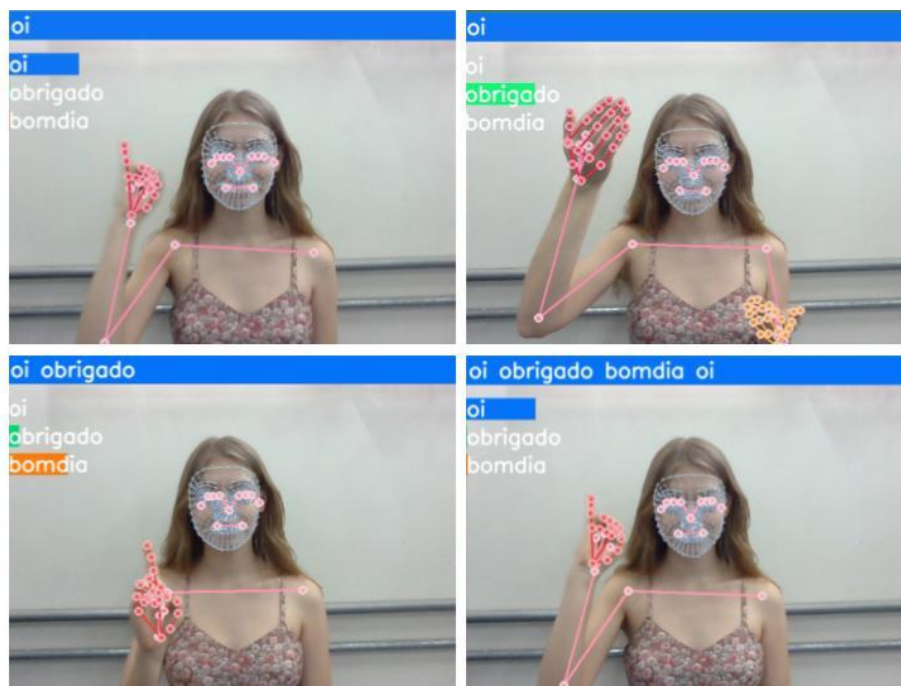


Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Devido à complexidade dos sinais e sinais semelhantes para diferentes letras, o software ainda apresenta erros ocasionais. Nota-se que, quanto mais dados de treinamento são usados, maior a acurácia do programa. Portanto, visa-se inserir mais dados de treinamento no software para aumentar o número de acertos.

Contudo, este programa ainda se limita por não realizar a identificação de sinais com movimentos. Sendo assim, foi codificado o software principal, que é capaz de reconhecer e interpretar os sinais dinâmicos. (Figura 3).

Figura 3 - Capturas de tela ilustrando o funcionamento correto do programa codificado, que realiza a tradução de três sinais dinâmicos de libras para português.



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Nota-se que o software realiza o mapeamento das mãos, dos braços, ombros e rosto, um elemento essencial, pois as expressões faciais são cruciais para a comunicação por Libras.

Foi feita a inserção de três palavras para os testes iniciais, “Bom dia”, “Oi” e “Obrigado”. Apesar de ainda ter poucos dados de treinamento para esses três movimentos, o software é capaz de reconhecer as palavras com uma acurácia de aproximadamente 77,78% após um delay de, em média, 1 segundo (Figura 4).

Figura 4 - Acurácia do modelo de reconhecimento, conforme avaliação realizada em Python (destacado pelo retângulo vermelho).

```
[106]: from sklearn.metrics import multilabel_confusion_matrix, accuracy_score

[107]: yhat = model.predict(X_test)

1/1 [=====] - 0s 70ms/step

[108]: ytrue = np.argmax(y_test, axis=1).tolist()
       yhat = np.argmax(yhat, axis=1).tolist()

[109]: multilabel_confusion_matrix(ytrue, yhat)

[109]: array([[6, 0],
             [1, 2]],

             [[5, 0],
             [1, 3]],

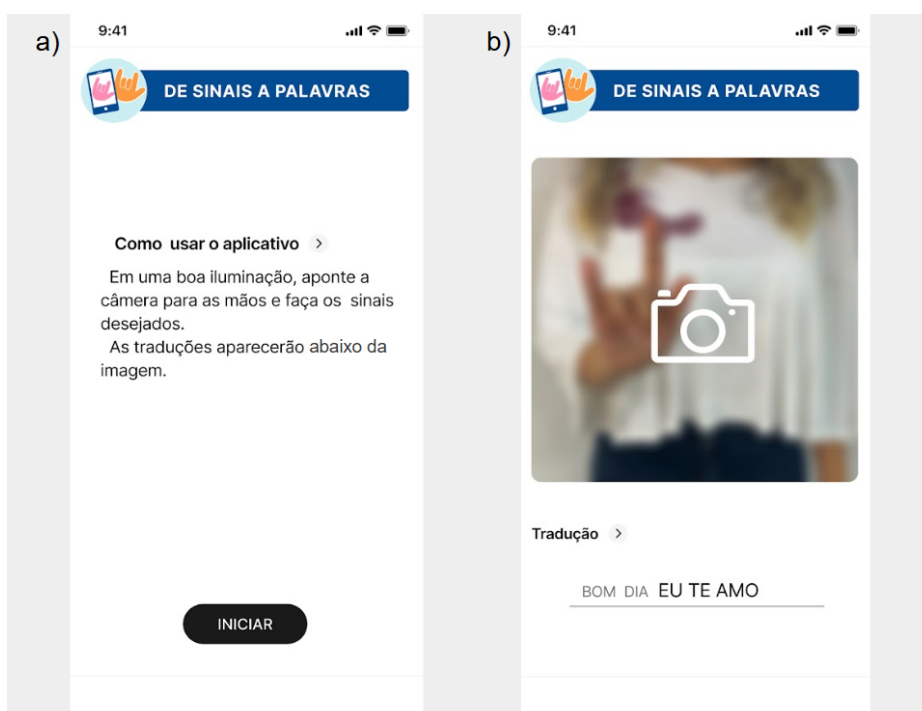
             [[5, 2],
             [0, 2]]], dtype=int64)

[110]: accuracy_score(ytrue, yhat)
[110]: 0.7777777777777778
```

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

No desenvolvimento da interface do aplicativo, é essencial criar uma IU simples, intuitiva e facilmente interpretada por um amplo público, assim, garantindo que o aplicativo seja acessível para um maior número de pessoas. Portanto, criou-se um protótipo da interface que leva em prioridade a usabilidade, visando garantir maior inclusividade (Figura 5).

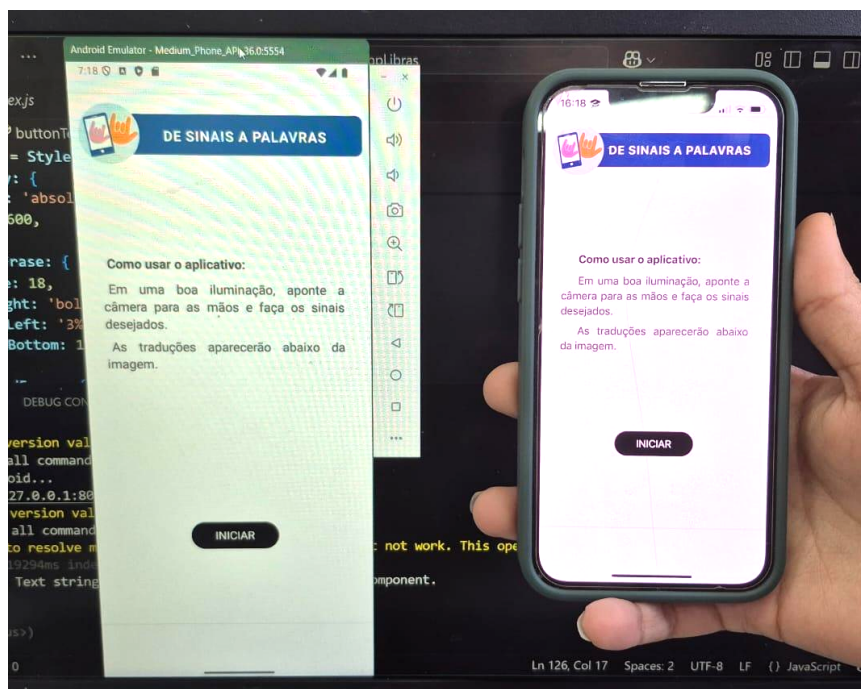
Figura 5 - Protótipo da IU do aplicativo *mobile*: De Sinais a Palavras, criado com o software Figma. a) Tela de início. b) Tela principal de tradução.



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Usando o protótipo de base, foi codificado a tela inicial por programação em JavaScript usando React Native para que o app seja compatível com dispositivos iOS e Android (Figura 6).

Figura 6 - Interface da tela inicial do software em execução: na simulação de um dispositivo Android (à esquerda) e em um smartphone iOS (à direita).



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Após a programação da tela principal de tradução, terá a incorporação do software de reconhecimento de sinais, o que vai interagir com o app, abrindo a câmera, realizando o reconhecimento e imprimindo as traduções na tela.

Visa-se desenvolver o software com mais dados de treinamento para que ele seja capaz de realizar traduções rápidas e precisas de Libras para português e adicionar mais vocábulos no dicionário de tradução. Com isso feito, o aplicativo será disponibilizado gratuitamente por meio de plataformas digitais, como lojas de aplicativos, assim, garantindo amplo acesso à ferramenta por parte da população geral.

Conforme delineado na metodologia, o sucesso e o impacto social do projeto dependem de uma estratégia eficaz de disseminação e adoção pela comunidade. O plano para isso envolve a formação de parcerias com indivíduos e instituições chave da comunidade surda e a apresentação do aplicativo em eventos relevantes. Foram

identificadas e selecionadas as instituições-alvo e profissionais influentes, e os primeiros contactos estão em andamento.

6. CONCLUSÃO

Em suma, foi possível, através do presente projeto, desenvolver um software capaz de realizar traduções básicas de sinais de Libras para português escrito utilizando técnicas de IA e um conjunto de ferramentas de código aberto. Dessa forma, o trabalho criou as bases para um aplicativo móvel inovador de inclusão social, com potencial para amplo acesso pela população.

O maior desafio no desenvolvimento do aplicativo será a incorporação de todos os vocábulos de Libras, que apresenta cerca de 10 mil termos (Universidade Federal de Minas Gerais, 2019). De início, será feita a adição das palavras mais frequentes e essenciais para a comunicação, e conforme a evolução da IA, visa-se a inserção de mais vocábulos. Espera-se alcançar um grande público com o aplicativo, e através da disponibilização de seu código de forma aberta e gratuita, inspirar outros indivíduos a incorporar mais sinais, complementando e completando o dicionário.

Ademais, a criação de novas soluções tecnológicas para a tradução de línguas de sinais mediante o uso de inteligência artificial tem como objetivo inspirar outros pesquisadores e agentes de inovação, de modo que o presente projeto possa servir de base para iniciativas futuras voltadas à inclusão social em escala global.

BIBLIOGRAFIA

AME. **Comunicação entre surdos e ouvintes: principais desafios**. 2021.

Disponível em:

<https://www.ame-sp.org.br/comunicacao-entre-surdos-e-ouvintes-principais-desafios/>

Acesso em: 7 maio 2025.

ARJUN, B. C (Índia). Department Of Information Science And Engineering (org.).

Innovative Teaching Methods. Rajeev Institute Of Technology. Hassan. 30 maio

2024. Disponível em:

https://naac.rithassan.ac.in/NAAC/CRITERIA-2/C2.3/C2.3.1/Student_centric/Problem%20Solving%20Methodology/Project%20based%20learning/Project%20based%20learning%5Bsigned%5D.pdf. Acesso em: 26 jun. 2025.

BARROS, Álvaro Gonçalves de; SOUZA, Carlos Henrique Medeiros de; TEIXEIRA, Risiberg. **Evolução das comunicações até a internet das coisas: a passagem para uma nova era da comunicação humana**. 2021. Disponível em:

<https://portalespiral.cp2.g12.br/index.php/cadernos/article/view/3065>. Acesso em: 07

maio 2025.

BOESCH, Audenz. **MediaPipe: A Guide Google's Open Source Framework**.

2023. Disponível em: <https://viso.ai/computer-vision/mediapipe/>. Acesso em: 13 jun.

2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. *Convenção*

sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e Lei Brasileira de Inclusão (Estatuto da Pessoa com Deficiência). 2016. Disponível em:

<https://www.mds.gov.br/webarquivos/Oficina%20PCF/JUSTI%C3%87A%20E%20CIDADANIA/convencao-e-lbi-pdf.pdf>. Acesso em: 7 maio 2025.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos.

Lei Nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências; 2002. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm. Acesso em: 25 abr. 2025.

CARDOSO, Gustavo. **A Comunicação da Comunicação**: as pessoas são a mensagem. Lisboa: Mundos Sociais, 2023. 347 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Cardoso-2/publication/368274680_A_Comunicacao_da_Comunicacao_As_Pessoas_sao_a_Mensagem/links/63de98c762d2a24f92fc605a/A-Comunicacao-da-Comunicacao-As-Pessoas-sao-a-Mensagem.pdf.

Acesso em: 07 maio 2025.

COSTA, Mirla; PYRES, Leticia. **Direto ao ponto: o que é Machine Learning com exemplos reais**. 2024. Disponível em:

<https://www.alura.com.br/artigos/machine-learning?srsId=AfmBOoqdgj2gT1AW9JNbY059oDyquNsJ0jurTS1RqMbK0AAtn2JTzp35>. Acesso em: 7 maio 2025.

ESTATÍSTICAS SOCIAIS. Agência IBGE Notícias. **PNS 2019: país tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência**. 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31445-pns-2019-pais-tem-17-3-milhoes-de-pessoas-com-algum-tipo-de-deficiencia>. Acesso em: 7 maio 2025.

GOOGLE. **Hands parent: MediaPipe Legacy Solutions nav_order: 4: mediapipe hands. MediaPipe Hands**. 2022. Disponível em: <https://mediapipe.readthedocs.io/en/latest/solutions/hands.html>. Acesso em: 7 maio 2025.

HAND TALK (Brasil). **Conheça a história da Libras, a Língua Brasileira de Sinais**. S.d. Disponível em: <https://www.handtalk.me/br/blog/historia-lingua-de-sinais/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

HONÓRIO, Rebeca. **O que é OpenCV e para que serve?** 2024. Disponível em: <https://hub.asimov.academy/blog/o-que-e-opencv-e-para-que-serve/>. Acesso em: 13 jun. 2025.

MANASWI, Navin Kumar. Understanding and Working with Keras. In: MANASWI, Navin Kumar. **Deep Learning with Applications Using Python**. Berkeley: Apress, 2018. p. 31-43. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3516-4_2.

MCEWIN, Alastair; SANTOW, Edward. **The importance of the human right to communication**. International Journal of Speech-Language Pathology, Sydney, Australia, v. 20, n. 1, p. 1-2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/17549507.2018.1415548>.

Nações Unidas no Brasil. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2025. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 16 jun. 2025.

OLIVEIRA, Luiz Henrique Arruda de; FERREIRA, Rosangela Aparecida Araujo. **Expressões faciais e corporais: a importância para o entendimento da Libras (Língua Brasileira de Sinais)**. 2018. Disponível em: <https://www.fira.edu.br/repositorio/artigos/expressoes-faciais-e-corporais-a-importancia-para-o-entendimento-da-libras-lingua-brasileira-de-sinais/>. Acesso em: 10 set. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Paris, 1948. Disponível em:

<https://www.oas.org/dil/port/1948%20Declara%C3%A7%C3%A3o%20Universal%20dos%20Direitos%20Humanos.pdf>. Acesso em: 7 maio 2025.

PAIS, Sibele Renata. **A Importância da Comunicação Alternativa e Aumentativa na Inclusão Escolar**. 2022. 24 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Educação, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2022. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/11927/1/DM_39317.pdf. Acesso em: 7 maio 2025.

PERLES, João Batista. **Comunicação: conceitos, fundamentos e história**. S.d. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/9be710398275c60bfd6c5c813fb05f7.pdf>. Acesso em: 07 maio 2025.

QUIXOTE. **QUAL A ORIGEM DA COMUNICAÇÃO HUMANA**. 2023. Disponível em: <https://www.funsei.org.br//qual-a-origem-da-comunicacao-humana/>. Acesso em: 07 maio 2025.

RAMCHANDANI, Monica et al. **Survey: Tensorflow in Machine Learning**. Journal Of Physics: Conference Series. p. 2273-2285. 2022. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2273/1/012008/pdf>. Acesso em: 26 jun. 2025.rddef

REACT NATIVE. **React Native: Learn once, write anywhere**. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://reactnative.dev>. Acesso em: 10 set. 2025.

ROMANO, Náiali; CHUN, Regina Yu Shon. **A Comunicação Suplementar e Alternativa na percepção de familiares e fonoaudiólogos: facilitadores e barreiras**. Campinas, v. 4, n. 30, 9, jan. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/kXVpq9kCZq9W8N9B7jy4q3b/?lang=pt>. Acesso em: 7 maio 2025.

SANTOS, Carolaine Souza; MAZZUCO, Neiva Gallina. O ensino de matemática para surdos. **Brazilian Journal Of Development**. Curitiba, p. 61464-61489. set. 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/51872>. Acesso em: 7 maio 2025.

SCHLINDWEIN, Ana Flora; AQUINO, Alzenira. **Aspectos sintáticos da Libras**. Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2021. Disponível em: https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/12242928072021Aula_08.pdf. Acesso em: 10 set. 2025.

SOUSA, C. H. S.; BRAZ JUNIOR, G. **Tecnologias Assistivas E Inteligência Artificial Para Tradução e Ensino De Libras**. Revista Contemporânea, [S. l.], v. 5, n. 2, p. e7594, 2025. DOI: 10.56083/RCV5N2-131. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/7594>. Acesso em: 5 set. 2025.

TAVARES, Ubiratan. **Uma introdução ao OpenCV**. 2023. Disponível em: <https://www.dio.me/articles/uma-introducao-ao-opencv>. Acesso em: 13 jun. 2025.

TERRACOTA, Eliane. **História da Comunicação: como surgiu a comunicação humana**. 2024. Disponível em: <https://aquitemcomunicacao.com/blog/historia-da-comunicacao-humana/>. Acesso em: 07 maio 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Plataforma cria dicionários científicos de Libras**. UFMG, 29 dez. 2017. Atualizado em 18 jul. 2019. Disponível em: <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/plataforma-cria-dicionarios-cientificos-de-libras>. Acesso em: 10 set. 2025.

VERÍSSIMO, Sheila. **A História Da Comunicação Humana**. S.d. 12 slides, color. Disponível em: <https://colegiopxsflamboyant.com.br/AtividadesExtras/1385.pdf>. Acesso em: 07 maio 2025.