

Universidade Paulista - UNIP

Débora Ramos de Oliveira

**FERRAMENTA DE RECONHECIMENTO DE GESTOS PARA TRADUÇÃO DE
LIBRAS**

**Limeira
2023**

Universidade Paulista - UNIP

Débora Ramos de Oliveira

**FERRAMENTA DE RECONHECIMENTO DE GESTOS PARA TRADUÇÃO DE
LIBRAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora da Faculdade UNIP, como requisito parcial à obtenção do Bacharelado em Ciência da Computação sob a orientação do professor Dr. Danilo Rodrigues Pereira

**Limeira
2023**

Débora Ramos de Oliveira

**FERRAMENTA DE RECONHECIMENTO DE GESTOS PARA TRADUÇÃO DE
LIBRAS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à banca examinadora da
Faculdade UNIP, como requisito parcial à
obtenção do Bacharelado em Ciência da
Computação sob a orientação do professor Dr.
Danilo Rodrigues Pereira

Aprovada em XX de XXXXX de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nome completo

Prof. Me. Nome completo

Prof. Esp. Nome completo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ter me dado forças; A minha família e amigos por todo suporte; Ao meu professor e orientador Dr. Danilo Rodrigues Pereira por todo ensinamento e colaboração; em especial aos meus pais que sempre estiveram ao meu lado durante todo percurso.

*“O começo de todas as ciências é o espanto
de as coisas serem o que são ”.*

(Aristóteles)

RESUMO

A Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), língua oficial dos deficientes auditivos no Brasil, é mais do que a simples representação gestual do português. Este trabalho propõe uma aplicação inovadora para promover a inclusão social, traduzindo gestos de LIBRAS para o português, utilizando a linguagem Python com bibliotecas de visão computacional.

A tecnologia, representada por Python, OpenCV e MediaPipe (Handland Mark), desempenha um papel crucial na captura e interpretação de gestos. Esses instrumentos tecnológicos visam permitir que pessoas com deficiência auditiva interajam no meio social sem depender de intérpretes, proporcionando autonomia.

O projeto visa criar uma aplicação, facilitando a comunicação de surdos e ouvintes com a sociedade. Os objetivos incluem ampliar o conhecimento em LIBRAS, explorar o potencial da tecnologia Python para a inclusão social, contribuir para futuros estudos na área e promover agilidade nas interações sociais.

Diante da significativa parcela da população brasileira com deficiência auditiva, a aplicação busca preencher uma lacuna existente, proporcionando uma tradução eficaz de LIBRAS para o português. O desenvolvimento é dividido em três etapas: definição do escopo e prototipação, desenvolvimento do projeto e testes e ajustes finais.

A aplicação visa não apenas facilitar a comunicação, mas também promover a inclusão social e acessibilidade, contribuindo significativamente para a interação ativa no convívio social. Os testes abrangem desde a detecção precisa de mãos até o reconhecimento correto de letras em diferentes cenários.

Palavra-Chave: LIBRAS, Python, Visão Computacional, Inclusão, Detecção.

ABSTRACT

The Brazilian Sign Language (LIBRAS), the official language of the hearing-impaired community in Brazil, is more than a simple gestural representation of Portuguese. This project proposes an innovative application to promote social inclusion by translating LIBRAS gestures into Portuguese, using the Python language with computer vision libraries.

Technology, represented by Python, OpenCV, and MediaPipe (Handland Mark), plays a crucial role in capturing and interpreting gestures. These technological tools aim to enable people with hearing disabilities to interact in social environments without depending on interpreters, providing autonomy.

The project aims to create an application that facilitates communication between deaf and hearing individuals in society. Objectives include expanding knowledge in LIBRAS, exploring the potential of Python technology for social inclusion, contributing to future studies in the field, and promoting agility in social interactions.

Given the significant portion of the Brazilian population with hearing impairments, the application seeks to fill an existing gap by providing an effective translation from LIBRAS to Portuguese. The development is divided into three stages: defining the scope and prototyping, project development and testing, and final adjustments.

The application aims not only to facilitate communication but also to promote social inclusion and accessibility, contributing significantly to active interaction in social life. Tests cover everything from accurate hand detection to the correct recognition of letters in different scenarios.

Key Words: LIBRAS, Python, Computer Vision, Inclusion, Detection.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – Imagem ilustrativa do Alfabeto em Libras

FIGURA 02 – Etapas do método de Convex Hull

FIGURA 03 – Detecção Modelo Convex Hull

FIGURA 04 – Modelo Hand Landmark

FIGURA 05 – Detecção de pontos-chaves da mão

FIGURA 06 – Informações da detecção em tela

FIGURA 07 – Geração de palavra

LISTA DE QUADROS

Figura 01 – Interação de Valores na Distribuição Normal no GeoGebra

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Objetivo Geral	12
1.1.1 Objetivo Específicos	12
1.2. Justificativa	13
1.3. Metodologia	14
2. INTRODUÇÃO A LIBRAS	15
2.1 - O que é LIBRAS?	15
2.2 - LIBRAS nas escolas e universidades: Desafios e perspectivas.....	16
2.3 - Ferramentas computacionais usado no suporte e ensino de LIBRAS	16
3. DESENVOLVIMENTO	17
3.1 - Visão geral do projeto	17
3.2 Etapa 1 - Definição do Escopo e Prototipação	18
3.2.1 Utilização da técnica ConvexHull.....	18
3.2.2 Utilização da técnica Hand Landmark	20
3.3 Etapa 2 - Desenvolvimento	22
3.3.1 Arquivo “Alphabet”:	22
3.3.2 Arquivo “Calculations”:	23
3.3.3 Main.....	25
3.4 Etapa 3 - Testes e ajustes finais.....	26
4. CRONOGRAMA.....	28
5. DISCUSSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	29
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1. INTRODUÇÃO

A LIBRAS é a língua oficial usada pelos deficientes auditivos no Brasil, composta por diferentes elementos linguísticos, não sendo apenas a soletração do português. Dado o recurso tecnológico existente na década atual, é possível agir de várias formas para estar à disposição de quem mais precisa.

A utilização da tecnologia vem surpreendendo cada vez mais em diversas áreas, sendo uma delas a inclusão no meio social. Por meio da captura de gestos, pode-se identificar e gerar significados, este proposto através de uma interligação, sendo ela composta por:

- Python: linguagem de programação que será utilizada para o desenvolvimento da aplicação de reconhecimento de gestos (GARRIDO, 2018).
- OpenCV (Open Source Computer Vision): biblioteca de visão computacional utilizada para a conexão entre o equipamento de imagem (webcam) e o código descrito (GARRIDO, 2018).
- MediaPipe (Handland Mark): ferramenta de visão computacional para identificação e detecção de pontos-chaves da mão em tempo real, com detalhamento da posição e movimentos dos dedos e palma da mão (GOOGLE DEVELOPERS, 2023).

Tais instrumentos tecnológicos podem contribuir de forma que o relacionamento entre pessoas com deficiência auditiva possa sair dos meios digitais com avatares e interagir no meio social, onde não haverá dependência de um profissional intérprete, e sim um equipamento tecnológico.

Nisto, faz-se necessário a obtenção da base de dados de libras, para assim gerar uma aplicação que faça a tradução para o português, trazendo oportunidades para a interação social ser ativa cada vez mais no convívio social.

1.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma ferramenta em Python com uma interface gráfica amigável que tem como intuito promover a interação facilitada da comunicação entre pessoas com deficiência auditivas e sociedade, que fazem o uso da Linguagem Brasileira de Sinais (LIBRAS).

Atualmente já existem aplicações para facilitar a interação do surdo com a sociedade, porém apenas de LIBRAS para o português, e não o contrário, que facilitaria para não precisar sempre de um intérprete presente.

1.1.1 Objetivo Específicos

- Ampliar os conhecimentos desta linguagem (LIBRAS), agregando valores ao convívio social e troca de experiências para propor um serviço de qualidade ao surdo na sociedade.
- Apresentar o que se pode fazer com o uso da tecnologia com Python, agindo como forma de trazer a inclusão social para este grupo de pessoas com deficiência auditiva.
- Contribuir para novos estudos e projetos possam ser desenvolvidos, melhorando fortemente a comunicação entre deficientes auditivos e a sociedade, gerando melhor inclusão.
- Promover aos usuários da LIBRAS agilidade nas áreas comerciais, ambiente educativo, órgãos públicos onde ocorre uma maior facilidade no processo de interação.

1.2. Justificativa

No Brasil, 5% da população possui a condição de surdez (IBGE), e sua forma de comunicação é a interpretação de sinais (LIBRAS). Desde os primórdios, o homem interage na sociedade através da fala, mas pode-se ver que mesmo em uma era de avanço tecnológico tão grande como a nossa, a comunidade surda ainda enfrenta dificuldades para poder interagir, causando assim sua exclusão na sociedade.

Atualmente existem aplicações para auxiliar o surdo em LIBRAS, como o Hand Talk (<https://www.handtalk.me/br/>), ProDeaf (Comprada pelo HAND TALK) e Rybená (<https://portal.rybena.com.br/site-rybena/>), porém, alguns possuem baixa usabilidade e a tradução é somente do português para LIBRAS.

Até o presente momento, não existem estudos ou aplicações finalizadas que façam a tradução de LIBRAS para o português, e que sejam de fácil acesso e boa usabilidade a seus usuários.

Espera-se, com este estudo, trazer a facilidade de interação entre o surdo e a população, onde suas relações externas possam acontecer sem ser necessário um intérprete, por meio de um aplicativo que faz a captação dos gestos das mãos pelas tecnologias de Python e OpenCV, garantindo assim a inclusão e melhor acessibilidade. Adicionalmente, os resultados desse trabalho poderão ajudar na melhor divulgação sobre o tema e auxiliar na investigação diagnóstica de melhoria das ferramentas já existentes e novas aplicações para serem investidas e utilizadas no meio social.

1.3. Metodologia

Para o desenvolvimento do projeto, será pensado em ser dividido por três etapas: (a) Definição do escopo e Prototipação; (b) Desenvolvimento do projeto e (c) Testes e ajustes finais.

a). Na primeira etapa do projeto será realizado a definição do escopo, para isso será realizada uma pesquisa bibliográfica para fazer os comparativos dos aplicativos similares.

b). Na segunda etapa do projeto será desenvolvido a aplicação, onde inicialmente vamos utilizar a linguagem de programação Python, juntamente com a biblioteca OpenCV e Media Pipe (entre outras).

c). Na terceira e última etapa do projeto será a aquisição dos resultados, testes e a análise comparativa dos resultados obtidos no projeto.

2. INTRODUÇÃO A LIBRAS

2.1 - O que é LIBRAS?

Reconhecida como segunda língua oficial do Brasil (Figura 1), de acordo com a LEI Nº 10.436, de 24 de abril de 2002, a Linguagem Brasileira de Sinais (LIBRAS) é o instrumento de comunicação visual utilizado por milhões de brasileiros ouvintes e surdos.

A LIBRAS foi denominada durante a Assembleia, requisitada pela FENEIS (Federação Nacional de Educação e Integração dos Surdos) em outubro de 1993, mas reconhecida como uma língua no Brasil por lei somente em 2002.

Segundo Almeida (2013), LIBRAS se originou da combinação dos sinais metódicos, influenciada pela junção dos sinais criados por L'Epée e a Língua de Sinais Francês, que já eram utilizados no Brasil (ESCOLA, 2019).

Portanto, esta língua foi desenvolvida de forma natural, com uma formação única em diversas maneiras: sua semântica, aspecto e formação das palavras e som.

Figura 1: Imagem ilustrativa do Alfabeto em Libras



Fonte: IFPB Ministério da Educação, 2016. Acesso em: 25 ago. 2023.

2.2 - LIBRAS nas escolas e universidades: Desafios e perspectivas

Após ser reconhecida, a LIBRAS foi adotada na educação por lei em 2005 (5.626/2005), com tamanha demanda para implementar aos ouvintes e surdos um sino de inclusão e qualidade, mas o desafio para a educação infelizmente foi maior do que se imaginava.

Foi visto despreparo da gestão escolar e professores, onde não era possível ensinar LIBRAS e matérias da grade curricular do ensino com sucesso; pode-se ver que este cenário se faz presente até os dias atuais (ROCHA, 2018).

Algumas escolas possuem o ensino bilíngue, onde não se faz necessário um intérprete em sala de aula, porém o número desta modalidade é significativamente pequeno em comparação a situação das demais escolas públicas de todo o Brasil (OLIVEIRA, 2022).

2.3 - Ferramentas computacionais usado no suporte e ensino de LIBRAS

Atualmente, há ferramentas voltadas para a tradução do português a LIBRAS, e dentre elas, as mais conhecidas são: HandTalk, ProDeaf e Rybená.

Esses softwares possuem a forma de comunicação através de um avatar 2D e 3D, que interage com o usuário (deficiente auditivo) realizando a tradução, e sua plataforma é móvel e desktop.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 - Visão geral do projeto

Inicialmente este trabalho seguiu o processo de pesquisa por referências bibliográficas, onde pode-se abordar sobre livros e artigos ligados a pessoas com deficiência auditiva no Brasil que fazem o uso da LIBRAS, e também sobre as ferramentas que serão utilizadas para o desenvolvimento da aplicação.

Em seguida, foi feito a junção de ideias sobre a inclusão de pessoas com deficiência auditiva no Brasil com o apoio tecnológico para facilitar a forma de interação no meio social, onde ocorre-se o seguinte questionamento:

- Quantidade de pessoas que fazem o uso de LIBRAS no Brasil
- Existência de programas/aplicativos que fazem a tradução de LIBRAS para o português
- Existência de ferramenta que será a base de LIBRAS para a aplicação

Desta forma, o desenvolvimento do trabalho ocorrerá baseado nas questões em que incluirão o surdo na sociedade, a partir de uma aplicação em que fará o reconhecimento de gestos para tradução de LIBRAS, onde proporcionará maior facilidade com pessoas que não possuem (ou pouco possuem) conhecimento da linguagem.

Todo o código-fonte ficará disponível para download e modificações em anexo a este trabalho.

3.2 Etapa 1 - Definição do Escopo e Prototipação

Na aplicação para identificação dos gestos através de uma câmera, é necessário haver o estudo da visão computacional.

A visão computacional se trata de uma aplicação utilizada para interpretação de imagens e reconhecimento de padrões. No caso de LIBRAS, será realizada a interpretação da mão e seus pontos chaves, além de toda área mapeada anteriormente, onde serão reconhecidos os padrões realizados pelos gestos. Neste trabalho, as principais bibliotecas utilizadas foram o OpenCV (Open Source Computer Vision Library) e MediaPipe.

De maneira geral, o OpenCV é uma das bibliotecas mais populares de código aberto no processamento de imagens e vídeo em python. Suas funções na utilização de várias áreas como reconhecimento de padrões, automação industrial, processamento de imagem médica entre outros, são: detecção de objetos, rostos, bordas, mãos; calibração de câmera; manipulação, filtragem e transformações de imagem entre outros.

Referente ao MediaPipe, é uma biblioteca que também atua na área de visão computacional, desenvolvido pela Google, onde abrange a detecção e rastreamento de mãos, características faciais e poses humanas. Suas principais ferramentas são o MediaPipe Hands, MediaPipe Face e o MediaPipe Pose, sendo o primeiro utilizado na detecção das mãos para o propósito deste trabalho.

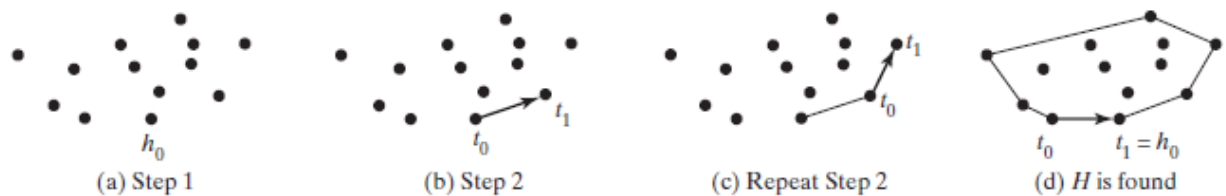
3.2.1 Utilização da técnica ConvexHull

Inicialmente neste trabalho, foi utilizado o modelo de detecção de mãos juntamente ao MediaPipe Hands, chamado ConvexHull (Figura 2). Esta ferramenta demarca a forma geral da mão em uma imagem ou vídeo.

ConvexHull segue o conceito matemático onde através de um polígono convexo, é envolvido um conjunto de pontos no espaço. Esse polígono representa uma forma de "casca", que cobre o conjunto de pontos, onde todos os pontos internos ou na borda do polígono são visíveis a partir do exterior.

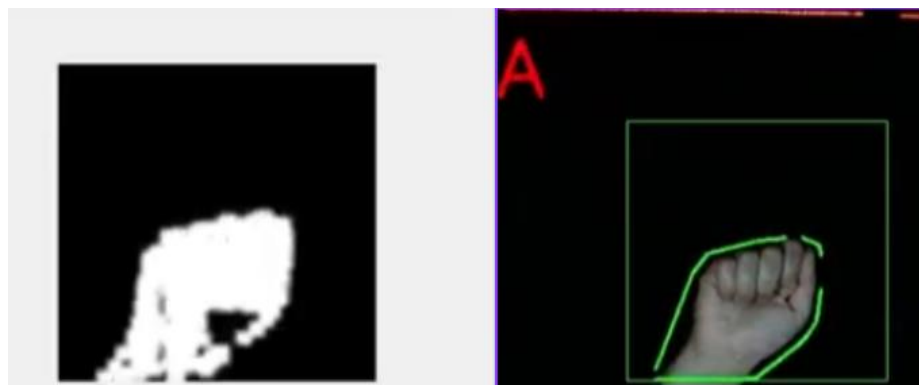
Nisto, esta ferramenta segue ignorando os detalhes menores e focando nas características do contorno geral durante sua detecção (Figura 3).

Figura 2: Etapas do método de ConvexHull



Fonte: Figura disponível em <<https://stackoverflow.com/questions/32411271/finding-convex-hull-using-gift-wrapping-algorithm>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

Figura 3: Detecção Modelo ConvexHull



Fonte: Elaborada pelo autor.

A captura do objeto (no caso, as mãos) são feitas pelo OpenCV. Após isso ocorre a detecção da mão, onde um modelo de detecção, o Media Pipe Hands, localiza a posição da mão no vídeo.

Em seguida, o algoritmo é aplicado para criar um “polígono convexo” que mapeia a mão (e neste cálculo se faz presente funções facilitadas pela biblioteca OpenCV anteriormente citada).

Esse procedimento destaca a área onde a mão foi detectada, proporcionando uma representação gráfica da detecção e sua aplicação prática, porém ao realizar testes com as letras do alfabeto, foi possível confirmar que para o propósito presente neste trabalho não seria tão eficaz,

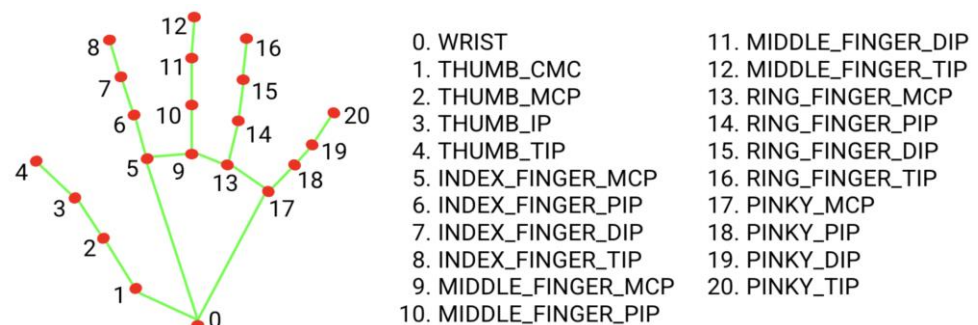
uma vez em que letras como “A” e “E” por exemplo, são facilmente confundidas, não havendo precisão no resultado final.

3.2.2 Utilização da técnica Hand Landmark

Após procurar por outra tecnologia eficaz em detecção, foi encontrado o Hand Landmark (Figura 4), uma ferramenta criada pelo Google para identificar e acompanhar mãos em fotos e vídeos, onde se permite detectar os chamados “landmarks”, que são os pontos-chave da mão, podendo assim ser usados para rastrear ou analisar a posição e a forma de objetos.

Os pontos-chaves da mão demarcados são as pontas dos dedos, juntas e o meio da palma. Além disso, ocorre a renderização dos efeitos visuais sobre a mesma.

Figura 4: Modelo Hand Landmark.



Fonte: Developers Google – MediaPipe – figura disponível em
https://developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/hand_landmarker.
 Acesso em: 05 out. 2023.

O que torna seu uso especial é a aplicação dos algoritmos com muita informação para achar com precisão onde cada ponto-chave está localizado nas mãos (Figura 5), indiferentemente da mudança da posição da luz e mão.

Figura 5: Detecção de pontos chaves da mão.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Diferente da Convex Hull, a detecção de mãos com a técnica Hand Landmark é superior por várias razões. Primeiro, o Hand Landmark fornece informações mais detalhadas, identificando postos-chaves como as pontas dos dedos e articulações, permitindo assim uma compreensão mais precisa dos movimentos da mão.

Além disso, o Hand Landmark é mais adequado para aplicações que exigem interações precisas, lidando bem com diferentes condições de iluminação e orientações da mão, tornando mais desenvolvido em diversos ambientes. Em resumo, o Hand Landmark se destaca pela precisão, detalhes e versatilidade, tornando a escolha preferencial para detecção e rastreamento de mãos em muitos cenários.

3.3 Etapa 2 - Desenvolvimento

3.3.1 Arquivo “Alphabet”:

O propósito do código gerado 'Alphabet' é o mapeamento das letras do alfabeto manual de LIBRAS para as mãos e dedos, utilizando a visão computacional pelas tecnologias anteriormente citadas (OpenCV, MediaPipe e Handland Mark). São criadas enumerações denominadas "AlphabetLetters", e uma função criada "identify_letter", onde a mesma avalia o estado de uma mão (e dedos) identificada em relação a estados pré-estabelecidos que representam as letras do alfabeto manual de LIBRAS.

A enumeração contém diversas letras, cada uma representada por um dicionário, com características como direção da mão, orientação e posição dos dedos, adaptadas à representação em Libras. Nisto, algumas letras possuem variações, evidenciando diferenças individuais na execução dos sinais ou limitações do sistema de detecção.

A função "identify_letter" recebe o conjunto de letras (class alphabet_letters) juntamente aos estados detectados das mãos e dedos (states), então é percorrido as letras do alfabeto e ocorre a comparação de suas características após a detecção dos estados; ao encontrar uma correspondência próxima, é retornada a letra, caso não o retorno é de uma string vazia, mostrando assim que nenhuma letra foi identificada.

Letras como “H”, “J”, “K”, “X”, “Y”, “Z” não ocorre a detecção por envolver movimento de gesto, ainda não incluso neste código.

3.3.2 Arquivo “Calculations”:

Neste arquivo ocorre o reconhecimento e a análise dos sinais de LIBRAS de uma mão detectada por meio de pontos-chave em uma imagem (Figura 6) com base na detecção e posição dos dedos da mão.

Nisto, há informações essenciais utilizadas para o desenvolvimento desta aplicação onde em conjunto é realizada toda a identificação e detecção necessárias:

1. THRESHOLD_THUMB_CONDITION: Um valor de limite usado para determinar se um dedo está "esticado" ou "dobrado". O valor padrão é 80.

2. THRESHOLD_FINGER_DISTANCE: Usado para determinar se um dedo está "próximo" ou "afastado".

3. THRESHOLD_THUMB_DISTANCE: Usado para determinar se um dedo do polegar está "próximo" ou "afastado".

4. THRESHOLD_ANGLE: Usado para determinar se a mão está em uma posição "neutra" ou "rotacionada".

As funções a seguir são utilizadas para analisar e extrair informações sobre a posição e a condição dos dedos em uma mão detectada pelo vídeo da câmera, para retornar a letra identificada em tela.

1. verify_hand_direction(hand): Esta função verifica se a mão está voltada para cima ("up") ou para baixo ("down") com base nas coordenadas das bases dos dedos em relação à coordenada do pulso.

2. verify_hand_side_foward(label, hand, hand_direction): Verifica se a palma da mão está voltada para a câmera ("front"), as costas da mão estão voltadas para a câmera ("back") ou a mão está de lado ("side"). A função recebe o rótulo da mão (direita ou esquerda), a mão detectada e a direção da mão ("up" ou "down") como entrada.

3. extract_finger_points(hand, img_height, img_width): Esta função cria um dicionário que armazena os valores das coordenadas dos

pontos dos dedos da mão em pixels. Ela recebe a mão detectada, a altura da imagem e a largura da imagem como entrada.

4. verify_hand_finger_condition(finger, points_y, hand_direction, hand_fingers_points): Verifica se um dedo está "esticado" ou "dobrado" com base nas coordenadas do dedo. A função leva em consideração a direção da mão (para cima ou para baixo).

5. compute_reference_value(hand_fingers_points): Calcula a distância entre a base do dedo indicador e a base do dedo médio em três dimensões e retorna esse valor como referência.

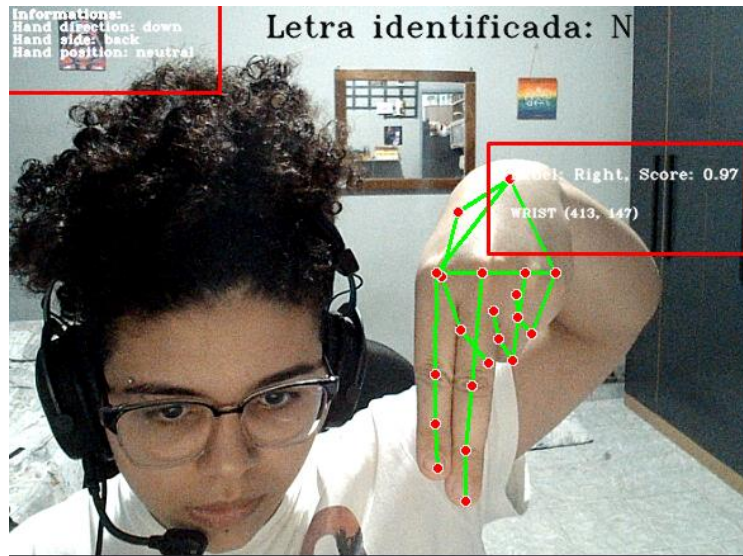
6. compute_distance_adjacent_finger(finger_name, adjacent_finger, hand_fingers_points): Calcula a distância entre a ponta de um dedo e a ponta de seu dedo adjacente e divide pelo valor de referência.

7. verify_adjacent_finger(states_, finger_name, adjacent_finger, hand_fingers_points): Verifica se um dedo está "próximo" ou "afastado" de seu dedo adjacente com base na distância entre eles.

8.verify_hand_fingers_states(hand_direction, hand_fingers_points): Esta função verifica o estado e a proximidade de cada dedo em relação ao dedo adjacente.

9. verify_hand_position(hand_direction, hand_fingers_points): Determina se a mão está em uma posição "neutra" ou "rotacionada" com base nas coordenadas dos dedos.

Figura 6: Informações da detecção em tela.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.3.3 Main

Utilizando a biblioteca mediapipe anteriormente informada, para rastrear e reconhecer gestos de mão em imagens da webcam. Ele começa importando diversas bibliotecas, incluindo os, time, cv2 (OpenCV), uuid, numpy, mediapipe, e outros módulos personalizados (calculations e alphabet). O código define variáveis globais, como listas, caminhos de diretórios e parâmetros relacionados ao modelo de detecção de mãos.

Há funções específicas, como display_webcam para capturar e exibir o vídeo da webcam, get_hand_information para extrair informações específicas sobre a mão, e várias funções para exibir informações calculadas e identificar letras com base nos gestos da mão.

A função principal, process_webcam_image, inicia a detecção de mãos, calcula e exibe informações sobre a mão, identifica letras com base nessas informações e atualiza uma lista (frase) com as letras identificadas (Figura 7). O código no bloco principal inicializa a aplicação, inicia o processo de detecção de mãos e exibe a frase formada pelas letras identificadas.

Figura 7: Geração de palavra.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.4 Etapa 3 - Testes e ajustes finais

Testes realizados no código:

1. Teste de Detecção de Mãos:

- Foram conduzidos testes para verificar a capacidade do código em detectar corretamente as mãos em diferentes posições e orientações.
- Diversos cenários foram considerados, incluindo variações na iluminação e movimentos das mãos.

2. Teste de Reconhecimento de Letras:

- O sistema de reconhecimento de letras foi testado para garantir que as letras são identificadas corretamente com base nos gestos das mãos.
- Diferentes gestos foram realizados para verificar a precisão e robustez do sistema (incluindo testes de validação na comparação entre letras que possuem o gesto parecido como “A” e “E”).

3. Teste de Funcionalidades Adicionais:

- Funcionalidades adicionais, como salvar frames, gravar vídeos e identificar a direção, lado e posição da mão, foram testadas.

4. Teste de Performance:

- O desempenho do código foi avaliado em termos de taxa de quadros por segundo (FPS) durante a detecção e o reconhecimento de gestos.

5. DISCUSSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento desse projeto vai proporcionar para os leitores um contexto teórico sobre LIBRAS e alguns desafios ainda existente no tanto no âmbito pedagogio, quanto no desenvolvimento de soluções computacionais com as ferramentas de visão computacional que foram utilizadas (Python; OpenCv; Handland Mark).

Por não fazer parte da área e apesar dos materiais usufruídos, foi um grande desafio iniciar o projeto e realizar toda a parte de testes traduzindo de LIBRAS para o português. A ideia principal era realizar uma aplicação em campo, para inserir a aplicação em funcionamento com um profissional da área de LIBRAS (seja interprete ou professor) e o grupo de deficiente auditivo.

Neste ponto, seria de extrema importância os testes na área para a elaboração deste projeto, para sugestões de novas melhorias e validação na aplicação com a LIBRAS.

Desta forma, como projeto futuro, além de seguir a diante com esta aplicação em campo, o diferencial será ocorrer em um aplicativo mobile visando a facilidade de se utilizar em qualquer lugar (áreas comerciais por exemplo) na interação com a sociedade.

Além disto, poder fazer uma fazer uma ligação entre a aplicação e o banco de dados já existente da V-LIBRASIL, para assim sua base de dados poder devolver os gestos já identificados pela câmera, e não somente as letras do alfabeto de LIBRAS.

6. CONCLUSÃO

O desenvolvimento da aplicação de tradução de gestos de LIBRAS para o português, representa uma iniciativa para promover a inclusão social de pessoas com deficiência auditiva no Brasil, buscando ampliar a acessibilidade e autonomia em sociedade. A tecnologia desempenha um papel crucial nesse contexto, permitindo a captura e interpretação dos gestos por meio de algoritmos avançados. A escolha do desenvolvimento de visão computacional proporciona uma base sólida para esta aplicação, garantindo eficiência na detecção e tradução dos gestos de alfabeto de LIBRAS para formação de frases.

Ao longo das três etapas do projeto (definição do escopo, desenvolvimento e testes), foram abordados aspectos fundamentais, desde a pesquisa bibliográfica até a implementação prática. Destaca-se a transição da técnica ConvexHull para o Hand Landmark, evidenciando a importância da escolha de abordagens mais avançadas e precisas na detecção dos gestos de LIBRAS.

A aplicação também busca promover a interação ativa no convívio social. No desenvolvimento da aplicação foi considerado diferentes cenários, como a detecção de mãos em diferentes posições e iluminações, reforçando o compromisso com a usabilidade.

Em resumo, este trabalho representa um passo significativo em direção à inclusão e facilidade na interação social para pessoas com deficiência auditiva no Brasil. A aplicação desenvolvida não apenas facilita a comunicação, mas se alinha aos objetivos de ampliar o conhecimento em LIBRAS, explorar o potencial da tecnologia e contribuir para futuros estudos na área.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GARRIDO, G.; PRATEEK, J. **OpenCV 3.x with Python By Example**. 2. ed. Birmingham, 2018.

NASCIMENTO, C. M.; ALMEIDA, G. P. O.; SANTOS, R. C. F. Inclusão de LIBRAS na Educação Básica: Aspectos e Desafios. **RUNA (Repositório Universitário da Ânima)**, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/17593/1/Artigo%20%28TCC%29%20INCLUS%C3%83O%20DE%20LIBRAS%20NA%20EDUCA%C3%87%C3%83O%20B%C3%81SICA.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2023.

ROCHA, et al. Tecnologias para o Ensino da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS): Uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE**, Porto Alegre, v.26, n. 3, p. 1-20, 19 set. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328765199_Tecnologias_para_o_ensino_da_Lingua_Brasileira_de_Sinais_LIBRAS_Uma_revisao_sistematica_da_literatura>. Acesso em: 12 mar. 2023.

Almeida, W. G. (2013). Introdução à língua brasileira de sinais. Ilhéus, BA: UAB/UESC.

RODRIGUES, A. **V-LIBRASIL**: Uma base de dados com sinais na Língua Brasileira de Sinais (Libras). Cleber Zanchettin. 2021. Dissertação (Mestrado) - Ciência da Computação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/43491/1/DISSERTAÇÃO%20Ailton%20José%20Rodrigues.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2023.

Google. Hand landmarks detection guide, 2023. Disponível em: <https://developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/hand_landmarker>. Acesso em: 25 set. 2023.

Medium. Segmentação com Envoltória Convexa e OpenCV, 2020. Disponível em: <<https://estevestoni.medium.com/segmentação-com-envoltória-convexa-e-opencv-118ef7138238>>. Acesso em: 17 out. 2023.

Cedro. OpenCV: Uma breve introdução à visão computacional com python, 2018. Disponível em: <<https://www.cedrotech.com/blog/opencv-uma-breve-introducao-visao-computacional-com-python/#>> Acesso em: 17 out. 2023.

Embarcados: Aplicação de visão computacional com OpenCV, 2017. Disponível em: <<https://embarcados.com.br/aplicacao-de-visao-computacional-com-opencv/>>.

Acesso em: 17 out. 2023.

ESCOLA, B. Origem da Língua Brasileira de Sinais. 2019. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/educacao/lingua-brasileira-sinais-libras.htm>>. Acesso em: 17 out. 2023.

OLIVEIRA, Adriane Silva de Abreu; ABREU, Cristiana Silva de; BRAUNA, Mayara Priscila; OLIVEIRA, Neuzenir Silva de Abreu; OLIVEIRA, Santino de. Educação Especial: os desafios da inclusão de alunos surdos no contexto escolar. Revista Educação Pública, Rio de Janeiro, v. 22, nº 18, 17 de maio de 2022. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/22/18/educacao-especial-os-desafios-da-inclusao-de-alunos-surdos-no-contexto-escolar>>. Acesso em: 19 set. 2023.