

Uma Revisão Sistemática Sobre o Desenvolvimento de Ferramentas de Apoio a Língua de Sinais

A Systematic Review of the Development of Sign Language Support Tools

DOI:10.34117/bjdv6n7-727

Recebimento dos originais: 27/06/2020

Aceitação para publicação: 27/07/2020

Zacarias Pereira de Souza Neto

Estudante do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Tecnologia da Informação pela
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Endereço: Departamento de Engenharias e Tecnologia. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Rodovia BR-226, KM 405, s/n - São Geraldo, Pau dos Ferros – RN, Brasil, 59900-000.

E-mail: zacariaspereira@outlook.com.br

Reudismam Rolim de Sousa

Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Endereço: Departamento de Engenharias e Tecnologia. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Rodovia BR-226, KM 405, s/n - São Geraldo, Pau dos Ferros – RN, Brasil, 59900-000.

E-mail: reudismam.sousa@ufersa.edu.br

RESUMO

Várias pessoas possuem deficiência auditiva e a presença de intérpretes para linguagem de sinais em tempo real para todas as oportunidades de comunicação ainda é escassa. Para ajudar a resolver esse problema, vários estudos foram realizados e outros estão sendo desenvolvidos, objetivando o desenvolvimento de ferramentas para auxiliar na interpretação da linguagem de sinais para facilitar a comunicação de pessoas acometida por esta deficiência com indivíduos que não sabem se comunicar por meio da linguagem gestual. Nesse sentido, o uso de tecnologias voltadas para o público de pessoas surdas, torna-se uma forma de incluir essas pessoas cada vez mais na sociedade. Pensando nisso, este estudo realiza uma revisão sistemática sobre o desenvolvimento de ferramentas para o apoio a linguagem de sinais. Como resultado, foram identificados 31 trabalhos classificados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

Palavras-chave: surdos, revisão sistemática da literatura, linguagem de sinais.

ABSTRACT

Several people are hearing impairment and the presence of interpreters for sign language in real-time for all communication opportunities is still scarce. To help solve this problem, several studies have been carried out and others are being developed, aiming at the development of tools to assist in the interpretation of sign language to facilitate the communication of people affected by this disability with individuals who do not know how to communicate through sign language. In this

sense, the use of technologies designed to help deaf people becomes a way to include these people more and more in society. With this in mind, this study conducts a systematic review of the development of tools to support sign language. As a result, 31 papers were identified according to the inclusion and exclusion criteria.

Keywords: deaf, systematic review of the literature, sign language.

1 INTRODUÇÃO

O gesto é utilizado como forma de comunicação desde os homens das cavernas. [SILVA et al., 2000]. Com o desenvolvimento da civilização humana, a comunicação verbal começou a ser aplicada, mas a comunicação não verbal continuou sendo importante. O censo do IBGE do ano de 2010 aponta que 45,6 milhões são acometidos por alguma forma de deficiência auditiva e cerca de 10 milhões de pessoas são surdas [IBGE, 2010]. Essa deficiência leva a necessidade de pessoas com deficiência auditiva de se comunicarem. Para isso, frequentemente, se utiliza da língua de sinais, que pode variar o seu conjunto de gestos entre países, assim como há diferentes tipos de línguas tradicionais. No Brasil, se utiliza a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) que foi reconhecida como uma língua oficial pela lei N° 10.436 [IBGE, 2010]. Esta necessidade de comunicação torna a comunicação por sinais ou gestos cada vez mais frequente de forma a suprir as necessidades de comunicação entre pessoas com deficiência auditiva e também entre estas e as pessoas que não são acometidos por essa carência, tornando a comunicação por sinais cada vez mais frequente na sociedade.

Nesse sentido, os deficientes auditivos precisam se comunicar não apenas entre aqueles que possuem surdez, mas também com as demais pessoas. Isso se torna relevante porque a comunidade de pessoas surdas é bem inferior a comunidade daqueles que não possuem a deficiência. No entanto, nem todos os participantes da comunidade dos não-surdos conhecem a língua de sinais, dificultando assim a interação destas com aquelas que possuem a deficiência.

Dessa forma, precisa-se desenvolver mecanismos para que a dificuldade de comunicação interpessoal seja abolida, não só em termos da comunicação entre membros da comunidade surda, mas também a comunicação entre estes e aqueles que não possuem uma deficiência auditiva. Quando a comunicação entre esses dois grupos ocorre em um ambiente pequeno, por exemplo, o ambiente familiar, essa comunicação é facilitada uma vez que indivíduos são naturalmente motivados a se comunicarem. No entanto, fora desse ambiente pequeno, o número ainda é reduzido de pessoas não surdas que possuem a habilidade de comunicação por sinais, o que leva a necessidade de desenvolver meios para que essas duas diferentes comunidades possam interagir. Para suprir essa necessidade, uma das formas é o ensino da língua de sinais, mas o que se observa é uma dificuldade

de implantar o ensino da língua de sinais nas escolas no Brasil, por várias dificuldades, dentre elas: (i) a falta de comunicação oral, que prejudica o aprendizado das pessoas deficientes (ii) a aplicação de metodologias não direcionadas à realidade do aluno e (iii) a falta de habilidades dos profissionais na área [RAPOSO, 2019].

Para suprir a necessidade de comunicação com os deficientes, várias aplicações foram desenvolvidas para aumentar a facilidade da interação do homem com uma máquina e inúmeros recursos foram analisados para serem utilizados com o objetivo de estudos sobre movimentos gestuais, corporais ou faciais. Uma língua de sinal, tal como a LIBRAS associa cada letra do alfabeto a um movimento gestual e também relaciona frases através de gestos corporais para facilitar a interação de pessoas com deficiência auditivas com indivíduos que não são afetados por esta deficiência, porém a presença de pessoas interpretes de LIBRAS é algo difícil de se encontrar na sociedade [FM et al. 2015]. Em um estudo realizado pelo Instituto Locomotiva e a Semana da Acessibilidade Surda mostra que 10,7 milhões de brasileiros têm deficiência auditiva sendo que deste total 2,3 apresenta deficiência severa. Além disso, o estudo aponta que 54% das pessoas com deficiência auditiva são homens e 46% são mulheres e que apenas 9% nascem com a deficiência [AGENCIABRASIL, 2020].

De forma a permitir que pessoa comuns e pessoas com deficiência auditiva possam se comunicar, neste trabalho realiza-se uma revisão sistemática da literatura sobre as ferramenta que possibilita a comunicação entre pessoas comuns e pessoas com deficiência, abordando características, tais como distribuição das publicações por ano e conferências, tipos de abordagem utilizadas nos trabalhos selecionados, nicho das ações que são capturadas, tipo de plataforma (i.e., móvel, web, desktop), equipamentos utilizados para captura de gestos, membro do corpo analisado para captura dos gestos. Este estudo pode auxiliar projetos de ferramentas no desenvolvimento de abordagens para auxiliar pessoas com deficiência auditiva.

2 METODOLOGIA

Para nortear a pesquisa foi tomado como base os procedimento elencados por Kitchenham (2004). Mediante a proposta de pesquisa, foram elencadas as seguintes questões de pesquisas:

QP1 – Quais são as abordagens utilizadas pelas ferramentas de apoio a linguagem de sinais?

QP2 – Quais são as abordagens utilizadas para reconhecimento de padrões no apoio a linguagem de sinais?

Para a realização da revisão sistemática, foi primeiramente realizada a escolha dos termos para delimitar os trabalhos que serão inclusos nesta revisão. Para isso, foram extraídos a intervenção,

população e saída das questões de pesquisa [Kitchenham 2004]. Com a análise dos trabalhos, foram escolhidos os termos para cada item. Em seguida, foi criada uma *string* para a realização da busca em três bases de dados. A Tabela 1 apresenta os termos usados para a realização da revisão sistemática.

Tabela 1: Intervenção, população, saída e sinônimos.

Características	Valor (inglês)	Listas de sinônimos (na sua maioria em inglês)
Intervenção	Abordagens (<i>Approaches</i>)	<i>Tools, Approaches, Tracking Based Approaches, Interestpoints Based Approaches, Themulti-Sensor Approach</i>
População	Surdos (<i>Deaf</i>)	<i>Hearing Impaired, Pessoas Com Surdez</i>
Saída	Reconhecimento de padrões (<i>Pattern Recognition</i>)	<i>Gesture Recognition, Recognizing Sign Language, Machine Recognition of Human Activities, Automatic Recognition, Vision-Based Human Action Recognition, Reconhecimento De Alguns Dos Símbolos</i>

Fonte: Próprio Autor

Na Tabela 1 são apresentados alguns termos referentes as questões de pesquisas, tais como intervenção que refere-se ao objetivo específico da análise, a população remete ao público que será alvo do estudo e, por fim, a saída que está ligada ao resultados encontrados. Com isto, em seguida, foi realizado a busca de termos que estivessem ligados a problemática do trabalho utilizando da base de dados da IEEE Explore, ACM Digital Library e ScienceDirect.

String de pesquisa: (*approach OR tools*) AND (*deaf OR "hearing impaired"*) AND (*"gesture recognition" OR "recognizing sign language" OR "automatic recognition" OR "pattern recognition" OR "machine recognition" OR "vision-based human action recognition"*).

3 SELEÇÃO DE ESTUDOS

Para auxiliar na revisão sistemática, foi utilizado o *software* StArt que apresenta algumas funcionalidades para auxiliar os pesquisadores na elaboração de revisão sistemática. Para a seleção dos estudos, foi feita uma busca na base de dados da IEEE Explore, ACM Digital Library e ScienceDirect. Para cada resultado da busca, foi feito o *download* de um arquivo “bibtex”, que foram usados para alimentar o *software* StArt para facilitar a realização da revisão sistemática.

No *software* StArt, os trabalhos selecionados nas bases de dados da IEEE Explore, ACM Digital Library e ScienceDirect recebem por padrão o *status Unclassified Papers*. Assim foi realizada uma avaliação dos trabalhos selecionados em que foi lido o título e o resumo de cada um. Seguindo o padrão de exclusão, os trabalhos poderiam ter seu *status* alterado para *Duplicated Papers*, *Rejected Papers* ou *Accepted Papers*. Mediante esta etapa, foi realizada uma nova extração para os arquivos tido como *Accepted Papers*, em que os autores tiveram que ler todos os trabalhos selecionados e mediante o critério de exclusão, estes trabalhos poderiam ter seu *status* mudado para *Rejected Papers* ou *Accepted Papers*.

Assim para cada um dos trabalhos tidos como *Accepted Papers*, foi realizada uma extração mais detalhada de informações de cada trabalho sendo elas: Identificador do trabalho, título do trabalho, nome do revisor, autores, resumo do trabalho, sigla da conferência, significado da sigla da conferência, país, tipo de abordagens (aprendizagem de máquina, algoritmo específico, tipo rede neural), quantidades de gestos/ações que são alvos da abordagem, nicho das ações que são capturadas (esporte, culinária, dia-a-dia), base dados utilizada para classificação, tipo de plataforma (web, *mobile*, *desktop*), linguagem de programação utilizada, características extraídas da imagem, equipamentos que são utilizados para captura dos gestos (câmeras, luvas, etc.), membro do corpo analisado para realizar a captura (face, mão, braço, outros), tipo de pessoa (adulto, criança, etc.), ano, observação e sugestão de trabalhos futuros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a seleção dos trabalhos nas bases de dados, esta revisão sistemática obteve um resultado de 1124 trabalhos na etapa de pré-seleção. Com isso, aplicando os critérios para exclusão e inclusão, chegou-se a um resultado de um número de 94 trabalhos. Por fim, com a última extração foi obtido um total de 31 trabalhos selecionados. A Tabela 2 apresenta detalhadamente o total de trabalhos em cada seleção para cada uma das bases de dados.

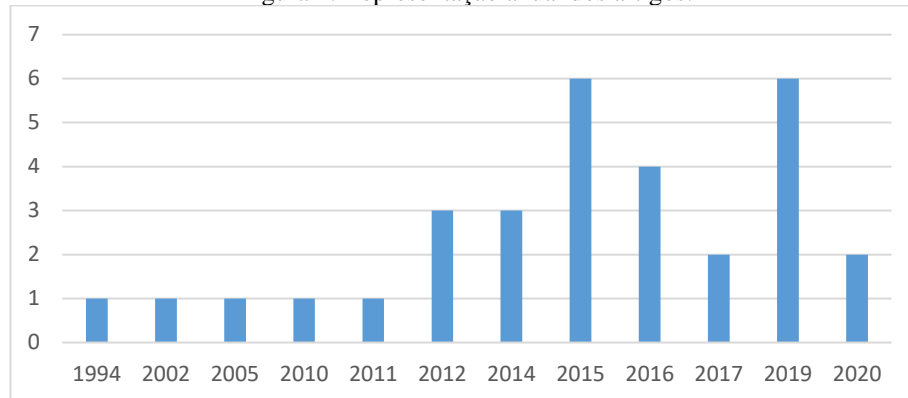
Tabela 2: Resultado da pesquisa.

Base de dados	Artigos pré-selecionados	Artigos selecionados	Artigos extraídos
IEEE Explore	201	43	15
ACM Digital Library	271	30	12
ScienceDirect	652	21	4
Total	1124	94	31

Fonte: Próprio autor

Na Figura 1 é apresentado um gráfico contendo informações sobre as datas anuais em que cada artigo selecionado na etapa final foi publicado, mediante dados fornecidos na Figura 1, observa-se que ao longo dos anos, os estudos voltados para a problemática desta revisão sistemática vem aumentando, no ano de 2019 foram registrados vários trabalhos. Como este trabalho está sendo desenvolvido ainda no início de 2020 é de fato notório que os estudos referentes ao desenvolvimento de ferramentas de apoio à língua brasileira de sinais estão aumentando no ano em curso.

Figura 1: Representação anual dos artigos.



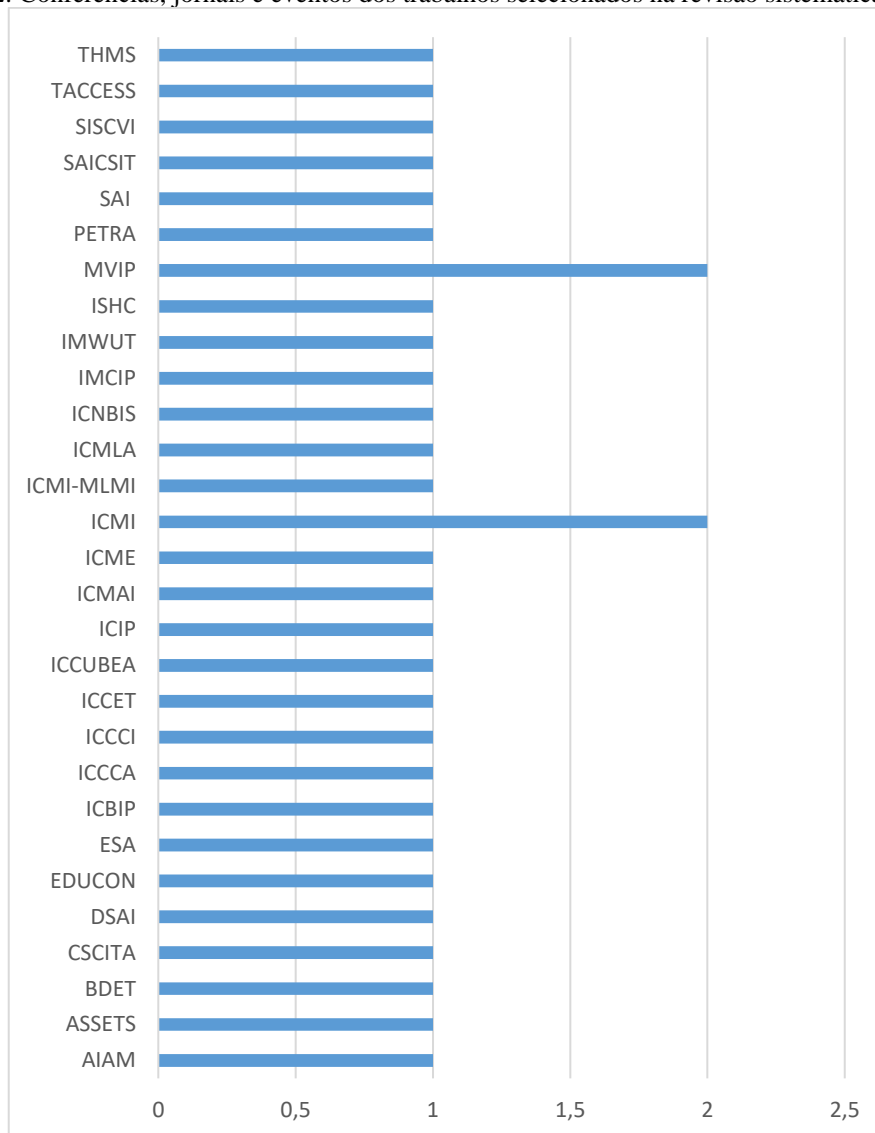
Fonte: Próprio autor

Por outro lado, a Figura 2 fornece dados sobre os eventos que podem ser tomados como canais de publicação de trabalhos relacionado as questões de pesquisa desta revisão sistemática, com destaque para ICMI e MVIP em que cada uma teve duas publicações, estes canais de publicação são em sua maioria jornais ou eventos. Com estas informações, foi obtido um total de 29 canais de publicação, informados abaixo:

- *International Conference on Mathematics and Artificial Intelligence (ICMAI);*
- *International Conference on Biomedical Signal and Image Processing (ICBIP);*
- *International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS);*
- *Annual Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists (SAICSIT);*
- *International Conference on Multimodal Interfaces and Machine Learning for Multimodal Interaction (ICMI-MLMI);*
- *ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies (IMWUT)*
- *International Conference on Big Data Engineering and Technology (BDET);*
- *International Conference on Multimodal Interaction (ICMI);*
- *International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacturing (AIAM);*

- *International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments (PETRA);*
- *International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA);*
- *International Conference on Machine Vision and Image Processing (MVIP);*
- *International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI);*
- *Science and Information Conference (SAI);*
- *International Conference on Computing Communication and Automation (ICCCA);*
- *Global Engineering Education Conference (EDUCON);*
- *International Conference on Network-Based Information Systems (ICNBIS);*
- *Transactions on Human-Machine Systems (THMS);*
- *International Conference on Image Processing (ICIP);*
- *International Conference on Communication Engineering and Technology (ICCET);*
- *International Conference on Multimedia and Expo (ICME);*
- *International Conference Systems, Man and Cybernetics (ISHC);*
- *International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA);*
- *International Conference on Communication System, Computing and IT Applications (CSCITA);*
- *International Multi-Conference on Information Processing (IMCIP);*
- *International Symposium on Computer Vision and the Internet (SISCVI);*
- *International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion (DSAI);*
- *Expert Systems with Applications (ESA).*
- *Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*

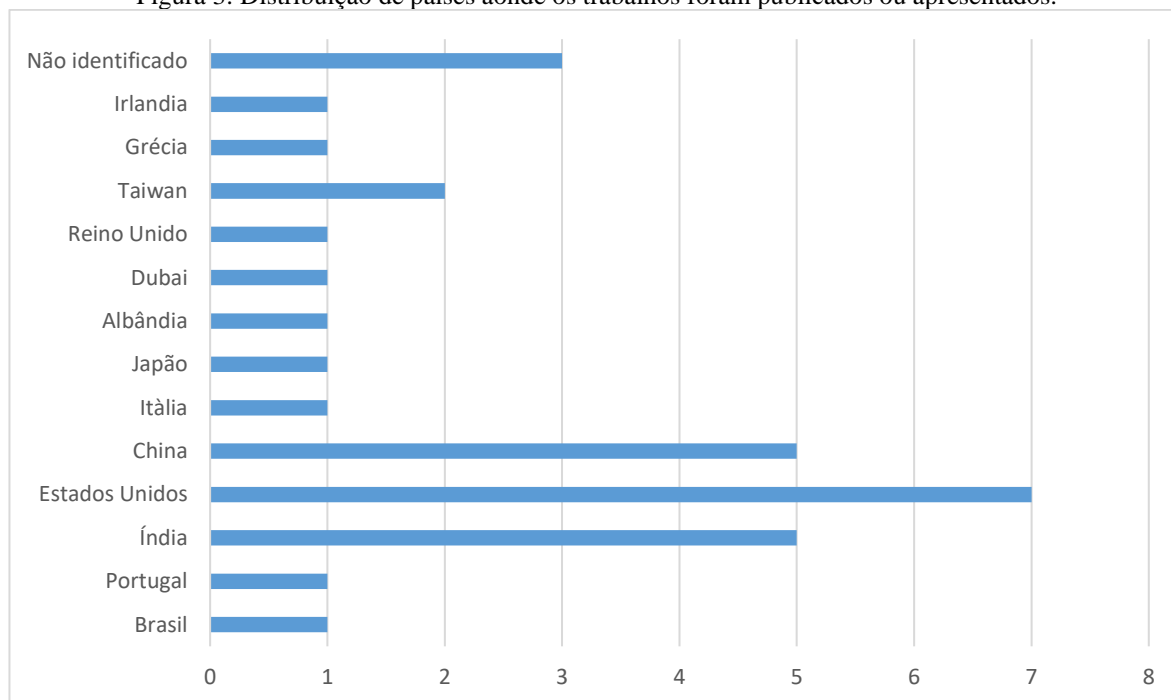
Figura 2: Conferências, jornais e eventos dos trabalhos selecionados na revisão sistemática.



Fonte: Próprio autor

De outra forma, na Figura 3 são apresentados os resultados das distribuições dos países em que os artigos foram apresentados ou publicados sendo em jornais, periódicos ou eventos. O país que apresentou uma maior quantidade de trabalhos foi os Estados Unidos com sete artigos, em seguida a Índia e China apresentaram cinco trabalhos e Taiwan com dois artigos, além desses houve três artigos que não apresentaram o seu país de publicação. Vale ressaltar que o Brasil também se encontra na lista, motivando cada vez mais pesquisadores brasileiros a desenvolver trabalhos referentes as questões de pesquisa abordadas nesta revisão sistemática.

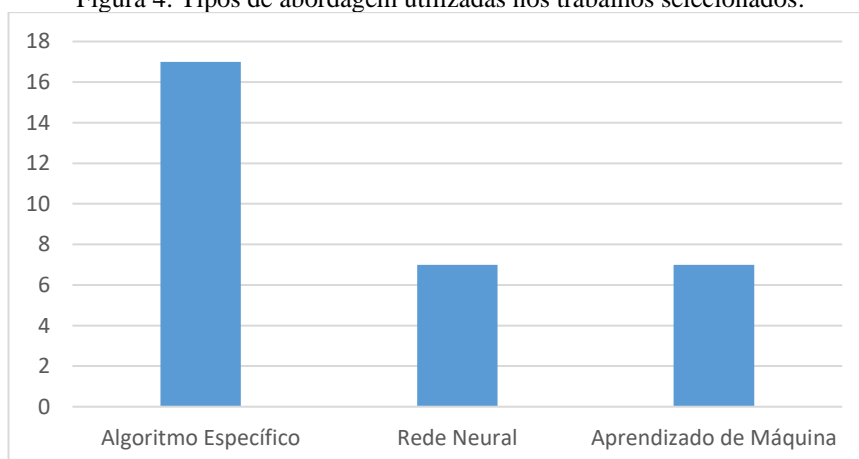
Figura 3: Distribuição de países aonde os trabalhos foram publicados ou apresentados.



Fonte: Próprio autor

Por outro lado, na Figura 4 são apresentadas informações referentes aos tipos de abordagens apresentadas nos trabalhos para auxiliar pessoas com deficiência visual, dentre as abordagens apresentadas a que teve um maior resultado foi Algoritmo Específico com um total de 17 artigos que optaram por esse tipo de abordagem. Além disso, sete dos trabalhos selecionados optaram por uma abordagem do tipo Rede Neural, o outro tipo apresentado foi a Aprendizagem de máquina que teve um total de 7 artigos que optaram por esta abordagem.

Figura 4: Tipos de abordagem utilizadas nos trabalhos selecionados.



Fonte: Próprio autor

Na Tabela 3 são elencadas as características extraídas dos artigos selecionados. Vale ressaltar que estas informações captadas são importantes para o desenvolvimento de sistemas de apoio a linguagem de sinais.

Tabela 3: Características extraída das imagens.

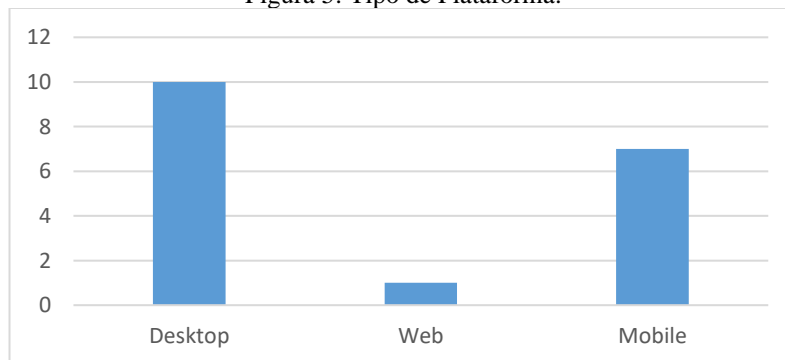
Característica	Quantidade de artigos que utilizaram
<i>Aresta, contornos e ângulos dos dedos</i>	1
<i>Movimento da mão relacionada com o esqueleto corporal</i>	2
<i>Posição da mão e ângulo dos dedos</i>	4
<i>Movimento da mão</i>	19
<i>Comportamento dos músculos do braço</i>	2
<i>Movimento da mão, junto com a voz</i>	1
<i>Movimento da mão e rosto</i>	2

Fonte: Próprio autor

Com relação ao nicho de ações capturada, todos os 31 artigos selecionados nesta revisão sistemática utilizam de um nicho de informações referentes ao dia-a-dia. Mediante a leitura dos trabalhos selecionados dentre os critérios de inclusão e exclusão, pode-se concluir que o motivo para todos os artigos selecionados optarem por este nicho, referem-se ao fato de apresentarem um sistema com abordagem voltadas para facilitar a comunicação entre pessoas com deficiência auditiva e seres humanos normais. No tocante a este assunto, destaca-se que essa comunicação se dá no dia-a-dia das pessoas.

Por outro lado, na Figura 5 é possível observar para que tipo de plataforma os sistemas apresentados nos artigos selecionados foram desenvolvidos. Sendo assim, o tipo de plataforma que teve uma maior visibilidade pelos pesquisadores para desenvolvimento de sistemas com relação as questões de pesquisa dessa revisão sistemática foi plataformas *desktop*, presente em 10 dos trabalhos extraídos. Além disso vale ressaltar a plataforma *mobile* teve um total de 7 artigos que optaram por ela.

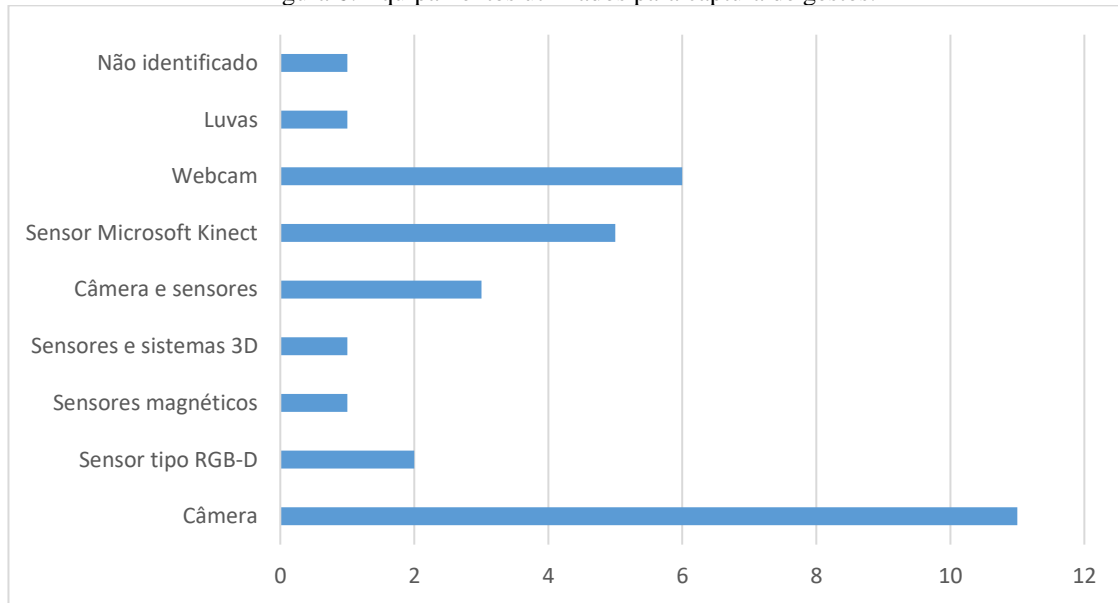
Figura 5: Tipo de Plataforma.



Fonte: Próprio autor

Na Figura 6 são apresentados os equipamentos que foram utilizados para a realização da captura de gestos. Vários equipamentos foram utilizados tais como: câmera, sensores magnéticos, *webcam*, luvas, sensores RGB-D, etc. Mediante esta gama de equipamentos apresentados, aquele que foi mais utilizado foi a câmera com um total de 11 trabalhos, outros equipamentos foram usados nos demais artigos como *webcam* e sensores Microsoft Kinect como um total de 6 e 5 trabalhos que aderiram por eles, respectivamente.

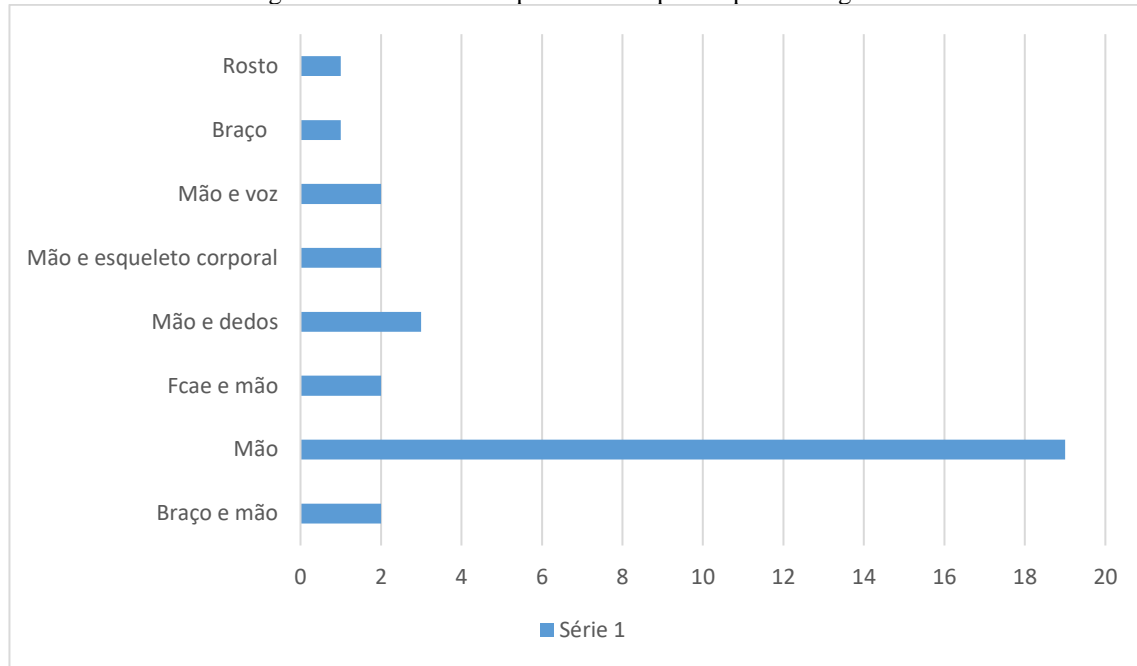
Figura 6: Equipamentos utilizados para captura de gestos.



Fonte: Próprio autor

De outra forma, na Figura 7 é mostrado os dados informativos sobre as partes do corpo humano que foram alvo de investigação para a captura de gestos. Tendo em vista isto, a mão foi o membro do corpo mais empregado, presente em que 19 dos trabalhos selecionados.

Figura 7: Membro do corpo analisado para captura dos gestos.



Fonte: Próprio autor

5 TRABALHOS SELECIONADOS

Nesta seção são apresentados os trabalhos que foram selecionados, baseado nos critérios de inclusão e exclusão das questões referente a revisão sistemática trabalhada neste estudo. Dongdong et al. (2019) abordaram o reconhecimento de gesto com uma rede neural convolucional multicanal. Para isso, eles criaram um banco de dados estático com múltiplas perspectivas e usaram uma rede convolucional multicanal para fazer o treinamento. No banco de dados havia as letras do alfabeto, exceto o J e o Z. Após a fusão de combinações da rede neural foi usado o Softmax para ajudar na classificação. Por outro lado, Jin et al. (2019) buscaram aborda o reconhecimento de gestos com base em um RGB-D. No trabalho eles utilizaram uma rede neural totalmente conectada para o reconhecimento dos gestos da mão, utilizando um sensor RGB-D. Para isso, eles coletaram dados das coordenadas central da mão em 3 dimensões e os movimentos dos dedos, e a rede neural totalmente conectada foi responsável para a classificação dos gestos.

Diferentemente de Dongdong et al. (2019) e Jin et al. (2019), Ohki et al. (1994) apresentam o desenvolvimento de um sistema para auxiliar pessoas com deficiência auditivas e para aquelas que não são surdas, pois este sistema tem como objetivo facilitar as comunicações entre ambas pessoas. O *software* tem o objetivo de traduzir gestos da linguagem gestual para japonês e vice-versa, para isto o sistema avalia cada movimento da mão e traduz em texto, usando como base o DataGlove. De outra forma, Jacobs et al. (2016) elaboraram uma pesquisa para o desenvolvimento de uma ferramenta que seja capaz de traduzir da língua de sinais da África do Sul para o inglês e

vice-versa. Para desenvolver o projeto, os autores utilizaram técnicas de aprendizado profundo e também uma rede neural convolucional.

Por outro lado, Martinez et al. (2002) buscaram elaborar um trabalho que tem como objetivo apresentar um banco de dados para projetos que visam a tradução da linguagem americana de sinais. Os autores mencionam que o banco de dados é composto por vários movimentos, formas de mão, palavras e até frases da linguagem americana de sinais. De outra maneira, Li et al. (2010) buscaram o desenvolvimento de uma ferramenta para o reconhecimento automático de palavras da linguagem de sinais usando eletromiografia de superfície (EMG) e acelerômetro portátil. A proposta objetiva uma fusão eficaz para a combinação de informação com vários sensores e multicanais com o intuito

Diferentemente, Santhalingam et al. (2020) buscaram o desenvolvimento de uma ferramenta de assistência domiciliar para o reconhecimento da linguagem americana de sinais, usando sinais sem fio de ondas milímetros de 60GHz. O sistema possui duas etapas, sendo a primeira delas uma detecção confiável de palavras usando espectrogramas espaciais. A segunda usa um modelo de aprendizado profundo multi-tarefa escalonável e extensível. Por outro lado, Agrawal and Urolagin (2020) apresentaram uma pesquisa que visa o desenvolvimento de um sistema para a tradução da linguagem de sinais árabe, que traduz expressões gestuais para texto e vice-versa. Para ajudar no objetivo do trabalho foi usado a Rede Neural Convolucional (CNN) juntamente com a Memória de Longo Prazo (LSTM).

De outra forma, Harnandez (2005) apresentam um Phaselator da linguagem de sinais americana baseado em um Acceleglove. Esse sistema é capaz de identificar palavras escritas com os dedos, gestos realizados com a mão e traduzi-los em fala com o auxílio de um sintetizador de fala. Além disso, visando uma melhor rapidez, foi implantado um algoritmo de previsão simples para ajudar nessa tarefa. De outra maneira, Chao et al. (2019) utilizam o reconhecimento de comportamento como método para a tradução da linguagem de sinais. Os autores tiveram como base as redes de fibras múltiplas e rede neural CBAM-ResNet alcançar o objetivo do trabalho.

Diferentemente, Ghanem et al. (2017), pensando na sociedade moderna e nos avanços tecnológico, buscaram apresentar em seu trabalho soluções propostas para o desenvolvimento de ferramentas voltadas para dispositivos móveis que traduzem a linguagem de sinais. A escolha pelos dispositivos móveis foi motivada por esses dispositivos oferecem uma grande gama de recursos tecnológicos de alta qualidade aos seus usuários e a ampliação desses recursos voltados para a tradução da linguagem de sinais seria importante para todos os membros da sociedade. Por outro lado, Ghotkar et al. (2012) apresentaram um estudo voltado para o desenvolvimento de ferramentas para a tradução da linguagem de sinais indiana. Os autores usaram Camshift e o modelo de cores

Matiz, Saturação e Intensidade (HSV) como método para o rastreamento e segmentação manual, para obter o reconhecimento gestual foi utilizado um algoritmo genérico.

De outra maneira, Ahire et al. (2015) apresentam uma ferramenta para a tradução bidirecional de pessoas surdas e pessoas que não tem deficiência auditiva, o sistema possui dois módulos. O primeiro consiste em captar as informações gestuais e traduzi-las para o idioma textual indiano, conseqüentemente, o segundo módulo capta dados da linguagem falada indiana e traduz para a linguagem de sinais. De outra maneira, Shangeetha et al. (2012) apresentam uma ferramenta de tradução da linguagem de sinais para texto, o aplicativo rastreia movimentos da mão a fim de buscar extrair informações referente aos dedos, como posição ângulo e outros, objetivando auxiliar na classificação da tradução da linguagem de sinais.

Por outro lado, Eqab and Shanacleh (2017) apresentam um aplicativo móvel Android que visa a tradução da linguagem de sinais árabe. Ressalta-se que o aplicativo traduz apenas algumas palavras isoladas da linguagem árabe, o *software* também utiliza alguns recursos matemática para o seu funcionamento como o média e variância. Diferentemente, Ahmed et al. 2016] buscam apresentar uma aplicação baseada em *software* para a tradução da linguagem e sinais e vice-versa. Para isso, os autores buscaram utilizaram as tecnologias da Microsoft o Kinect para Windows V2. Essa aplicação visa preencher uma lacuna que há entre pessoas com deficiência auditiva e pessoas normais.

De outra forma, Kumar. (2017) apresentam uma solução que também ajuda na tradução da linguagem de sinais baseada em aprendizagem de máquina. Para isso, eles utilizaram de um conjunto de dados para uma transformação discreta de wavelet. Além disso, o trabalho apresenta 97,3% de precisão na comunicação pela linguagem gestual. Por outro lado, Oliveira et al. (2019) buscam trabalhar sugestões de melhorias para a plataforma VirtualSing, que é um *software* voltado para a tradução bilateral da linguagem de sinais. Este *software* consiste em dois módulos, um que traduz da linguagem gestual para texto e o segundo que traduz da linguagem falada para a gestual.

Diferentemente, Li et al. (2011) estudaram os dispositivos de tradução da linguagem de sinais baseado em Web. O *software* é auxiliado pelo Kinect que capta os movimentos e compara com palavras pré-gravadas e emite a tradução em um monitor para que o usuário possa ver a tradução. De outra maneira, Mohandes et al. (2014) apresentaram trabalhos voltados para a tradução da linguagem de sinais árabe baseado em imagem e baseada em sensor. Os autores ainda destacaram os principais desafios encontrado na linguagem árabe, bem como ideias para pesquisas futuras.

De outra forma, Lui et al. (2016) buscam apresentar uma solução para a tradução da linguagem de sinais baseada em memória de longo prazo. Para contextualizar as informações, foi

usado um método de ponta a ponta para o reconhecimento da linguagem de sinais baseado em memória de longo prazo. Em outra abordagem, Khan et al. (2019) apresentam um sistema de reconhecimento da linguagem de sinais Bangla em texto. Esse *software* é baseado em uma rede neural convolucional e uma personalização de região de interesse. Para o treinamento da rede, foi usado cinco gestos e as capturas das imagens foi realizada através de uma webcam.

Por outro lado, Huang et al. (2015) buscam apresentar uma rede neural convolucional 3D criada para o reconhecimento da linguagem de sinais. Vários recursos são utilizados, tais como informações referentes as cores, profundidade, entre outras características visando o melhor desempenho da rede neural convolucional 3D. As imagens foram coletadas atrás do Microsoft Kinect. Diferentemente, Kumar et al. (2018) buscaram trabalhar a apresentação de uma rede neural para a tradução da linguagem de sinais. Além disso, os autores também argumentam que as redes neurais servem não só para traduzir pequenas frases, mas também para traduzir vídeos.

De outra forma, Dabre and Dholay. (2014) apresentam um sistema de reconhecimento da linguagem de sinais indiana baseada em aprendizado de máquina, modelos de redes neurais e imagens. O sistema capta imagens com o auxílio de uma webcam e analisa os movimentos emitidos pela mão e transforma o vídeo com imagens gestual em áudio de voz. Por outro lado, Tripathi et al. (2015) buscaram apresentar um sistema de tradução da linguagem de sinais indiano baseado em gestos contínuos. Trabalhar com reconhecimento desses gestos contínuos é trabalhoso e para resolver esta situação os autores utilizaram de quadra-chaves de gradientes. De outra maneira, Pratim et al. (2015) apresentam um sistema de reconhecimento de gestos faciais, bem como a identificação do alfabeto por padrões labiais. As imagens são captadas ao vivo e processada em tempo real, utilizando de visão computacional para a classificação.

6 TRABALHOS RELACIONADOS

Alguns trabalhos estão relacionados a temática deste trabalho. Dentre eles, Grasiella et al. (2014) abordam um método para extrair recursos da LIBRAS. Para isso, analisam a estrutura fonológica da língua com base em um sensor RGB-D e para a ajudar na classificação utilizam SVM (*Support Vector Machines*). Diferentemente, Escudeiro et al. (2015) abordaram o desenvolvimento de uma ferramenta para a tradução da linguagem gestual para português e vice-versa. Para conseguir o objetivo proposto, os autores utilizaram do sensor Microsoft Kinect e o 5DT Sensor Glove, que obtém informações como movimento das mãos. Por outro lado, Neto et al. (2015) buscam apresentar um modelo de arquitetura capaz de traduzir a linguagem brasileira de sinais com um auxílio de uma

plataforma embarcada. Para classificação dos dados extraídos, os autores optaram por utilizar uma rede *Extreme Learning Machine*.

7 CONCLUSÃO

Neste trabalho é apresentada uma revisão sistemática da literatura sobre as ferramenta de apoio à linguagem de sinais. A revisão sistemática retornou 31 artigos válidos que foram selecionados entre os critérios de inclusão e exclusão usados para responder às questões de pesquisa. Como resultado foram elencadas as principais características sobre elementos essenciais para o desenvolvimento de ferramentas de apoio a linguagem de sinais, tais como a distribuição das publicações por ano e conferências, tipos de abordagem utilizadas nos trabalhos selecionados, nicho das ações que são capturadas, tipo de plataforma (i.e., móvel, web, desktop), equipamentos utilizado para captura de gestos, membro do corpo analisado para captura dos gestos. Este trabalho pode auxiliar projetistas na proposição de ferramentas, que podem utilizar abordagens como rede neural convolucional, aprendizado de máquina para classificação dos dados e elementos como sensores Kinect para a captura de dados.

AGRADECIMENTOS

O trabalho foi financiado pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido -- UFERSA por meio da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPPG) através do Edital PROPPG Nº 39/2019 de Apoio a Grupos de Pesquisa, concedido ao PIH00022-2019 do grupo de pesquisa Laboratório de Inovações em Software (LIS) do líder Reudismam Rolim de Sousa.

REFERÊNCIAS

- [AGENCIABRASIL] AgênciaBrasil. País tem 10,7 milhões de pessoa com deficiência auditiva, diz estudo. Disponível em <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-10/brasil-tem-107-milhoes-de-deficientes-auditivos-diz-estudo>. Acessado em 15 de julho de 2020.
- [AGRAWAL and UROLAGIN. 2020] Tushar Agrawal e Siddhaling Urolagin. 2020. Tradutor de língua de sinais árabe de duas vias usando a arquitetura CNLSTM e a PNL. Nos Anais da 2ª Conferência Internacional de 2020 sobre Engenharia e Tecnologia de Big Data (BDET 2020). Association for Computing Machinery, Nova Iorque, NY, EUA, 96-101. DOI: <https://doi.org/10.1145/3378904.3378915>
- [AHIRE et al. 2015] P. G. Ahire, K. B. Tilekar, T. A. Jawake and P. B. Warale, "Two Way Communicator between Deaf and Dumb People and Normal People," 2015 International Conference on Computing Communication Control and Automation, Pune, 2015, pp. 641-644, doi: 10.1109/ICCUBEA.2015.131.
- [AHMED et al. 2016] M. Ahmed, M. Idrees, Z. ul Abideen, R. Mumtaz and S. Khalique, "Deaf talk using 3D animated sign language: A sign language interpreter using Microsoft's kinect v2," 2016 SAI Computing Conference (SAI), London, 2016, pp. 330-335, doi: 10.1109/SAI.2016.7556002.
- [CHAO et al. 2019] Huang Chao, Wang Fenhua e Zhang Ran. 2019. Reconhecimento da linguagem de sinais com base no CBAM-ResNet. Nos Anais da Conferência Internacional de 2019 sobre Inteligência Artificial e Manufatura Avançada (AIAM 2019). Association for Computing Machinery, Nova York, NY, EUA, Artigo 48, 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1145/3358331.3358379>
- [DABRE and DHOLAY. 2014] K. Dabre and S. Dholay, "Machine learning model for sign language interpretation using webcam images," 2014 International Conference on Circuits, Systems, Communication and Information Technology Applications (CSCITA), Mumbai, 2014, pp. 317-321, doi: 10.1109/CSCITA.2014.6839279.
- [DONGDONG et al. 2019] Li Dongdong, Zhang Limin e Deng Xiangyang. 2019. Reconhecimento de gestos com base em rede neural convolucional multicanal. Nos Anais da 4ª Conferência Internacional de Matemática e Inteligência Artificial de 2019 (ICMAI 2019). Association for Computing Machinery, Nova Iorque, NY, EUA, 5–9. DOI: <https://doi.org/10.1145/3325730.3325737>
- [EQAB and SHANACLEH. 2017] A. Eqab and T. Shanableh, "Android mobile app for real-time bilateral Arabic sign language translation using leap motion controller," 2017 International Conference on Electrical and Computing Technologies and Applications (ICECTA), Ras Al Khaimah, 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICECTA.2017.8251936.
- [ESCUDEIRO et al. 2015] Paula Escudeiro¹ , Nuno Escudeiro¹ , Rosa Reis¹ , Jorge Lopes¹ , Marcelo Norberto¹ , Ana Bela Baltasar¹ , Maciel Barbosa² , José Bidarra. "Virtual Sign – A Real Time Bidirectional Translator of Portuguese Sign Language". 6th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Infoexclusion (DSAI 2015).

[FM et al. 2015] FM d. P. Neto, LF Cambuim, RM Macieira, TB Ludermir, C. Zanchettin e EN Barros, "Extreme Aprendizado de Máquina para Tempo real Reconhecimento da Língua Brasileira de Sinais," *2015 IEEE Conferência Internacional sobre Sistemas, o Homem, e Cibernética*, Kowloon, 2015, 1464-1469, doi: 10.1109 / SMC.2015.259

[GHANEM et al 2017] Sakher Ghanem, Christopher Conly e Vassilis Athitsos. 2017. Uma pesquisa sobre reconhecimento de linguagem de sinais usando smartphones. Nos Anais da 10ª Conferência Internacional sobre Tecnologias Avançadas Relacionadas a Ambientes Assistivos (PETRA '17). Association for Computing Machinery, Nova Iorque, NY, EUA, 171–176. DOI: <https://doi.org/10.1145/3056540.3056549>

[GHANEM et al. 2017] Sakher Ghanem, Christopher Conly e Vassilis Athitsos. 2017. Uma pesquisa sobre reconhecimento de linguagem de sinais usando smartphones. Nos Anais da 10ª Conferência Internacional sobre Tecnologias Avançadas Relacionadas a Ambientes Assistivos (PETRA '17). Association for Computing Machinery, Nova Iorque, NY, EUA, 171–176. DOI: <https://doi.org/10.1145/3056540.3056549>

[GHOTKAR et al. 2012] A. S. Ghotkar, R. Khatal, S. Khupase, S. Asati and M. Hadap, "Hand gesture recognition for Indian Sign Language," 2012 International Conference on Computer Communication and Informatics, Coimbatore, 2012, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICCCI.2012.6158807.

[GRASIELLA et al. 2014] Sílvia Grasiella Moreira Almeida a,b , Frederico Gadelha Guimarães c,† , Jaime Arturo Ramírez c, "Feature extraction in Brazilian Sign Language Recognition based on phonological structure and using RGB-D sensors". 2014.

[HARNANDEZ. 2005] Jose L. Hernandez-Rebollar. 2005. Phraselator americano de linguagem gestual orientado a gestos. Em Anais da 7ª conferência internacional sobre interfaces multimodais (ICMI '05). Association for Computing Machinery, Nova Iorque, NY, EUA, 288–292. DOI: <https://doi.org/10.1145/1088463.1088512>

[HUANG et al. 2015] Jie Huang, Wengang Zhou, Houqiang Li and Weiping Li, "Sign Language Recognition using 3D convolutional neural networks," 2015 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), Turin, 2015, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICME.2015.7177428.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro - Rj: Ibge, 2010. 211 p.

[JACOBS et al. 2016] Kurt Jacobs, Mehrdad Ghazizadeh, Isabella Venter e Reg Dodds. 2016. Reconhecimento por gestos manuais de formas das mãos em orientações variadas, usando o Deep Learning. Em Anais da Conferência Anual do Instituto de cientistas da computação e tecnólogos da informação Sul-Africano (SAICSIT '16). Association for Computing Machinery, Nova York, NY, EUA, Artigo 17, 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1145/2987491.2987524>

[JIN et al. 2019] Jin Li, Jishuo Yan, Guangxu Li, Liyuan Wang e Fan Yang. 2019. Reconhecimento de gestos com base em RGB-D para expressão de letras. Nos Anais da 4ª Conferência Internacional de 2019 sobre Processamento de Imagem e Sinal Biomédico (ICBIP 2019) (ICBIP '19). Association for Computing Machinery, Nova Iorque, NY, EUA, 113-116. DOI: <https://doi.org/10.1145/3354031.3354044>

[KHAN et al. 2019] S. A. Khan, A. D. Joy, S. M. Asaduzzaman and M. Hossain, "An Efficient Sign Language Translator Device Using Convolutional Neural Network and Customized ROI Segmentation," 2019 2nd International Conference on Communication Engineering and Technology (ICCET), Nagoya, Japan, 2019, pp. 152-156, doi: 10.1109/ICCET.2019.8726895.

[Kitchenham 2004] Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews.

[KUMAR et al. 2018] S. S Kumar, T. Wangyal, V. Saboo and R. Srinath, "Time Series Neural Networks for Real Time Sign Language Translation," 2018 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Orlando, FL, 2018, pp. 243-248, doi: 10.1109/ICMLA.2018.00043.

[KUMAR. 2017] N. Kumar, "Sign language recognition for hearing impaired people based on hands symbols classification," 2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA), Greater Noida, 2017, pp. 244-249, doi: 10.1109/CCAA.2017.8229808.

[LI et al. 2010] Yun Li, Xiang Chen, Jianxun Tian, Xu Zhang, Kongqiao Wang e Jihai Yang. 2010. Reconhecimento automático de subpalavras de linguagem de sinais com base em acelerômetro portátil e sensores EMG. Na Conferência Internacional sobre Interfaces Multimodais e no Workshop de Aprendizado de Máquina para Interação Multimodal (ICMI-MLMI '10). Association for Computing Machinery, Nova York, NY, EUA, Artigo 17, 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1145/1891903.1891926>

[LI et al. 2011] K. F. Li, K. Lothrop, E. Gill and S. Lau, "A Web-Based Sign Language Translator Using 3D Video Processing," 2011 14th International Conference on Network-Based Information Systems, Tirana, 2011, pp. 356-361, doi: 10.1109/NBiS.2011.60.

[LUI et al. 2016] T. Liu, W. Zhou and H. Li, "Sign language recognition with long short-term memory," 2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Phoenix, AZ, 2016, pp. 2871-2875, doi: 10.1109/ICIP.2016.7532884.

[MARTINEZ et al. 2002] A. M. Martinez, R. B. Wilbur, R. Shay and A. C. Kak, "Purdue RVL-SLLL ASL database for automatic recognition of American Sign Language," Proceedings. Fourth IEEE International Conference on Multimodal Interfaces, Pittsburgh, PA, USA, 2002, pp. 167-172, doi: 10.1109/ICMI.2002.1166987.

[MOHANDES et al. 2014] M. Mohandes, M. Deriche and J. Liu, "Image-Based and Sensor-Based Approaches to Arabic Sign Language Recognition," in IEEE Transactions on Human-Machine Systems, vol. 44, no. 4, pp. 551-557, Aug. 2014, doi: 10.1109/THMS.2014.2318280.

[NETO et al. 2015] F. M. d. P. Neto, L. F. Cambuim, R. M. Macieira, T. B. Ludermir, C. Zanchettin and E. N. Barros, "Extreme Learning Machine for Real Time Recognition of Brazilian Sign Language," 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Kowloon, 2015, pp. 1464-1469, doi: 10.1109/SMC.2015.259.

[OHKI et al. 1994] M. Ohki, H. Sagawa, T. Sakiyama, E. Oohira, H. Ikeda e H. Fujisawa. 1994. Reconhecimento e síntese de padrões para o sistema de tradução em linguagem de sinais. Em Anais da primeira conferência anual da ACM sobre tecnologias assistivas (Assets '94). Association for Computing Machinery, Nova York, NY, EUA, 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1145/191028.191030>

[OLIVEIRA et al. 2019] T. Oliveira, P. Escudeiro, N. Escudeiro, E. Rocha and F. M. Barbosa, "Automatic Sign Language Translation to Improve Communication," 2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Dubai, United Arab Emirates, 2019, pp. 937-942, doi: 10.1109/EDUCON.2019.8725244.

[PRATIM et al. 2015] Siddhartha Pratim Dasa , Anjan Kumar Talukdarb , Kandarpa Kumar Sarma, "Sign Language Recognition using Facial Expression". Peer-review under responsibility of organizing committee of the Second International Symposium on Computer Vision and the Internet, 2015.

RAPOSO, Valdilene de Carle. A Inclusão do Deficiente Auditivo na Escola. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/educacao/a-inclusao-do-deficiente-auditivo-na-escola/13898>>. Acesso em: 07 out. 2019.

[SANTHALINGAM et al. 2020] Panneer Selvam Santhalingam, Al Amin Hosain, Ding Zhang, Parth Pathak, Huzefa Rangwala e Raja Kushalnagar. 2020. MmASL: Reconhecimento de gestos ASL independentes do ambiente, usando sinais de ondas milimétricas de 60 GHz. Proc. ACM Interact. Mob. Technol Ubíquo Usável. 4, 1, artigo 26 (março de 2020), 30 páginas. DOI: <https://doi.org/10.1145/3381010>.

SILVA, Lúcia Marta Giunta da et al. COMUNICAÇÃO NÃO-VERBAL: REFLEXÕES ACERCA DA LINGUAGEM CORPORAL. Rev. Latino-am.enfermagem, Ribeirão Preto, v. 4, n. 8, p.52-58, ago. 2000.

[SHANGEETHA et al. 2012] R. K. Shangeetha., V. Valliammai. and S. Padmavathi., "Computer vision based approach for Indian Sign Language character recognition," 2012 International Conference on Machine Vision and Image Processing (MVIP), Taipei, 2012, pp. 181-184, doi: 10.1109/MVIP.2012.6428790.

[TRIPATHI et al. 2015] Kumud Tripathi*, Neha Baranwal and G. C. Nandi, "Continuous Indian Sign Language Gesture Recognition and Sentence Formation". Eleventh International Multi-Conference on Information Processing-2015 (IMCIP-2015).