



Tradução simultânea da Língua Brasileira de Sinais para surdos e ouvintes na educação do ensino médio brasileiro.

1. Participantes da pesquisa

Nome completo
Alysson Carlos de Castro Cordeiro

2. Motivação e Justificativa

- **Introdução ao tema e relevância:**

A comunicação é um direito fundamental e uma necessidade básica para a participação social plena. No Brasil, a Língua Brasileira de Sinais (Libras) é reconhecida como a segunda língua oficial do país e constitui o principal meio de comunicação da comunidade surda. Contudo, a baixa disseminação do conhecimento de Libras entre ouvintes e a escassez de intérpretes qualificados geram barreiras significativas, especialmente em contextos educacionais, como o ensino médio brasileiro. Essas barreiras limitam a inclusão, a autonomia e o acesso equitativo à educação para estudantes surdos, impactando seu desempenho acadêmico e suas oportunidades futuras, como o ingresso em universidades.

Nesse contexto, o desenvolvimento de tecnologias assistivas, como sistemas de tradução automática de Libras para texto e/ou fala, surge como uma solução promissora para reduzir essas barreiras. Este projeto propõe a criação de um sistema de tradução simultânea baseado em visão computacional e inteligência artificial, voltado especificamente para o ensino médio brasileiro, com o objetivo de promover a inclusão social e educacional de estudantes surdos e facilitar a comunicação com professores, colegas ouvintes e profissionais da educação.

- **Cenário atual do problema e possíveis lacunas na literatura:**

Atualmente, a comunicação entre estudantes surdos e ouvintes no ambiente escolar depende majoritariamente de intérpretes humanos, cuja disponibilidade é limitada, especialmente em escolas públicas, onde a presença de intérpretes é insuficiente para atender a demanda. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possui mais de 10 milhões de pessoas surdas ou com deficiência auditiva, e menos de 1% da população ouvinte tem proficiência em Libras. Essa realidade resulta em desafios como a evasão escolar, a exclusão social e a dificuldade de acesso a conteúdos educacionais, particularmente no ensino médio, etapa crucial para a preparação para exames de ingresso no ensino superior.

Embora existam pesquisas na área de reconhecimento de sinais, como o uso de Redes Neurais Convolucionais (CNNs) para gestos estáticos e Redes Neurais Recorrentes (RNNs) para gestos dinâmicos, há lacunas significativas na literatura. Muitos estudos não abordam a complexidade da Libras, que inclui regionalismos, expressões faciais e nuances culturais essenciais para a comunicação. Além disso, poucas soluções são otimizadas para o contexto educacional brasileiro, especialmente o ensino médio, e muitas não operam em tempo real ou não são financeiramente acessíveis para escolas públicas. Projetos como o *Hand Talk* oferecem tradução de Libras, mas não são adaptados para ambientes educacionais, limitando sua aplicabilidade em sala de aula.

Este projeto busca preencher essas lacunas ao desenvolver um sistema de tradução simultânea de Libras que seja preciso, acessível e culturalmente sensível, com foco na educação em escolas de ensino médio. A solução inicial reconhecerá gestos estáticos (numerais e letras) e, futuramente, expressões faciais, promovendo a inclusão de estudantes surdos e apoiando a comunicação com professores e colegas ouvintes.

Referencias: http://www.gpec.ucdb.br/pistori/publicacoes/souza_wvc2007.pdf
<https://jornal.usp.br/atualidades/mais-de-10-milhoes-de-brasileiros-apresentam-algum-grau-de-surdez/>
<https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/2300/tcc-romario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/b884dac0-5310-4df8-9e59-3b5fb9aaba77/content>

- **Evidências da existência do problema:**

O Brasil, assim como mencionado anteriormente, possui mais de 10 milhões de pessoas surdas ou com deficiência auditiva, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), representando uma parcela significativa da população que depende da Língua Brasileira de Sinais (Libras) para comunicação. Apesar disso, menos de 1% dos ouvintes no país têm proficiência em Libras, o que cria barreiras substanciais para a inclusão social e educacional da comunidade surda. No contexto do ensino médio brasileiro, essas barreiras são particularmente críticas, pois impactam diretamente o acesso à educação de qualidade, o desempenho acadêmico e a preparação para vestibulares e, por fim, o mercado de trabalho.

Um dos principais desafios é a escassez de intérpretes de Libras nas escolas públicas. Muitas instituições, especialmente em regiões menos favorecidas, não contam com intérpretes suficientes para atender todos os estudantes surdos, o que resulta em aulas parcialmente inacessíveis e contribui para altas taxas de evasão escolar. Por exemplo, em outras palavras, estudantes utilizam Libras como principal meio de comunicação, frequentemente enfrentam dificuldades para acompanhar aulas devido à ausência de intérpretes ou à sobrecarga desses profissionais, que atendem múltiplas turmas simultaneamente. Essa realidade limita a autonomia dos alunos surdos e prejudica sua preparação para exames de ingresso no ensino superior, reduzindo suas oportunidades futuras.

Além disso, a falta de domínio de Libras por professores e colegas ouvintes agrava a exclusão social no ambiente escolar. Vale mencionar também que estudantes surdos sentem-se isolados de atividades em grupo e discussões em sala devido à dificuldade de comunicação com pares ouvintes, que raramente conhecem Libras. Os professores, por sua vez, enfrentam desafios para explicar conteúdos complexos, como matemática ou ciências, sem o suporte adequado de intérpretes ou materiais adaptados.

No âmbito profissional, a dificuldade de comunicação também afeta professores e outros profissionais surdos, que enfrentam barreiras em interações diárias com colegas e alunos ouvintes, dificultando sua contratação e permanência no mercado de trabalho. Esses dados e relatos evidenciam a urgência de soluções tecnológicas que promovam a acessibilidade e a inclusão no ensino médio, como o sistema de tradução simultânea de Libras proposto, que pode facilitar a comunicação em tempo real e reduzir as barreiras educacionais e sociais enfrentadas pela comunidade surda.

Fontes: [Jornal da USP](#); [Agência Brasil](#); [G1](#) ; <https://www.redalyc.org/journal/3131/313158892016/313158892016.pdf>; https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2017/TRABALHO_EV073_MD1_SA10_ID5995_05092017091738.pdf;

- **Razões acadêmicas:**

Este projeto contribui para o avanço do conhecimento científico nas áreas de visão computacional, inteligência artificial (IA) e inclusão social, com foco no reconhecimento e tradução simultânea da Língua Brasileira de Sinais (Libras) para o contexto educacional. A pesquisa propõe o uso de Redes Neurais Convolucionais (CNNs) para reconhecimento de gestos estáticos, como numerais e letras, e, futuramente, a integração de Redes Neurais Recorrentes (RNNs) e Transformers para capturar gestos dinâmicos e expressões faciais, elementos essenciais da gramática da Libras. Essa abordagem interdisciplinar inova ao combinar técnicas de processamento de imagens e deep learning para criar uma solução de tradução em tempo real, otimizada para o ensino médio brasileiro.

Uma lacuna significativa na literatura é a escassez de estudos que abordem a tradução automática de Libras com foco no ambiente educacional, considerando suas nuances culturais, regionais e expressivas. Enquanto há projetos como *Sign-Language-Detection*^[1] demonstram avanços no reconhecimento de gestos, poucos se dedicam às particularidades do contexto escolar brasileiro, como a integração com materiais pedagógicos e a acessibilidade em escolas públicas. Este projeto preenche essa lacuna ao desenvolver um sistema que não apenas reconhece sinais com alta precisão, mas também é validado para uso em sala de aula, promovendo a inclusão de estudantes surdos. Além disso, a criação de um banco de

dados abertos de sinais da Libras, incluindo futuramente as variações regionais, será uma contribuição valiosa para futuros estudos em reconhecimento de línguas de sinais, possibilitando a replicação e adaptação do modelo para outras línguas visuais.

[1] (AVASTHI, Somyansh. *Sign Language Detection using CNN Architecture*. GitHub, 2021. Disponível em: <https://github.com/SomyanshAvasthi/Sign-Language-Detection-using-CNN-Architecture>. Acesso em: 30 abr. 2025.

- **Razões sociais:**

O projeto tem um impacto social direto na comunidade surda, especialmente em estudantes surdos do ensino médio brasileiro, que enfrentam barreiras significativas devido à escassez de intérpretes de Libras e à falta de recursos acessíveis em escolas públicas. Ao desenvolver um sistema de tradução simultânea de Libras para texto e/ou fala, a pesquisa promove a inclusão educacional, permitindo que alunos surdos acompanhem aulas em tempo real, reduzam taxas de evasão escolar e melhorem seu desempenho acadêmico, aumentando suas chances de acesso ao ensino superior. Além disso, a solução beneficia professores e profissionais surdos, facilitando a comunicação com colegas e alunos ouvintes, o que pode ampliar suas oportunidades no mercado de trabalho.

A tecnologia proposta também valoriza a Libras como uma língua completa e autônoma, contribuindo para a conscientização sobre a cultura surda e a redução do preconceito na sociedade brasileira. Ao tornar a comunicação mais acessível em ambientes educacionais, o projeto alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente o ODS 4 (Educação de Qualidade) e o ODS 10 (Redução das Desigualdades) [2], promovendo maior equidade e participação social para a comunidade surda. A longo prazo, o sistema pode melhorar o acesso a serviços essenciais, como saúde e atendimento público, ao facilitar interações entre surdos e ouvintes em contextos diversos.

[2] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 1 maio 2025.

- **Razões práticas:**

A solução proposta tem alta aplicabilidade prática, com foco inicial no ensino médio brasileiro, mas com potencial para uso em diversos contextos onde a comunicação entre surdos e ouvintes é essencial. Em escolas, o sistema de tradução simultânea pode ser integrado a plataformas educacionais, permitindo que estudantes surdos acompanhem aulas, participem de discussões e acessem materiais pedagógicos em tempo real, sem depender exclusivamente de intérpretes humanos. Sua acessibilidade financeira é um diferencial, projetado para ser uma alternativa de baixo custo em comparação com a contratação de intérpretes, tornando-o viável para escolas públicas e instituições com recursos limitados.

Além do ambiente educacional, o sistema pode ser adaptado para uso pessoal, como em interações cotidianas, ou integrado a aplicativos de comunicação, plataformas de ensino a distância e sistemas de atendimento público, como hospitais e órgãos governamentais. A escalabilidade da solução permite a inclusão futura de novos sinais, regionalismos e expressões faciais, bem como sua adaptação para outras línguas de sinais, ampliando seu impacto global. Ferramentas como MediaPipe e OpenCV, utilizadas no desenvolvimento, garantem eficiência em tempo real, tornando o sistema prático para situações que exigem respostas rápidas, como aulas dinâmicas ou reuniões escolares.

- **Lacunas existentes que a pesquisa ajudará a preencher:**

A literatura atual sobre reconhecimento e tradução de línguas de sinais apresenta avanços significativos, mas carece de estudos que abordem a Língua Brasileira de Sinais (Libras) de forma abrangente, considerando suas nuances gramaticais, regionalismos e expressões faciais, que são essenciais para uma comunicação precisa^[1]. Embora técnicas de visão computacional, como Redes Neurais Convolucionais (CNNs), tenham sido eficazes no reconhecimento de gestos estáticos, como numerais e letras, poucas pesquisas integram Redes Neurais Recorrentes (RNNs) ou Transformers para capturar gestos dinâmicos e expressões faciais em tempo real, especialmente no contexto educacional brasileiro^[2].

Outra lacuna relevante é a escassez de soluções tecnológicas desenvolvidas especificamente para o ensino médio brasileiro, onde a falta de intérpretes e recursos acessíveis limita a inclusão de estudantes surdos^[3]. Projetos como o aplicativo *Hand Talk* e *Sign-Language-Detection* oferecem tradução de Libras ou outras línguas de sinais, mas não são otimizados para o ambiente escolar, carecendo de integração com materiais pedagógicos ou foco nas necessidades de alunos e professores em sala de aula^[4]. Além disso, muitas soluções existentes não são financeiramente acessíveis para escolas públicas ou não operam com a baixa latência necessária para interações dinâmicas em aulas^[5].

Este projeto busca preencher essas lacunas ao desenvolver um sistema de tradução simultânea de Libras para texto e/ou fala, utilizando visão computacional e inteligência artificial, com foco no ensino médio brasileiro. A solução inicial reconhecerá gestos estáticos (numerais e letras) e, futuramente, expressões faciais, garantindo precisão e sensibilidade cultural. Validado com a comunidade surda, o sistema será acessível financeiramente, integrável a plataformas educacionais e escalável para incluir regionalismos e outras línguas de sinais, promovendo a inclusão social e a valorização da cultura surda.

[1] SOUZA, W. V. C. *Reconhecimento de gestos em vídeos para tradução de línguas de sinais*. 2007. Disponível em: http://www.gpec.ucdb.br/pistori/publicacoes/souza_wvc2007.pdf. Acesso em: 1 maio 2025.

[2] ROMÁRIO, A. C. *Tradução automática de Libras utilizando visão computacional*. 2022. Disponível em: <https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/2300/tcc-romario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 3 maio 2025.

[3] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Demográfico 2010: Características da população e dos domicílios*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

[4] HAND TALK. Soluções de acessibilidade em Libras. Disponível em: <https://www.handtalk.me/br/>. Acesso em: 1 maio 2025.

[5] SILVA, L. C. Desenvolvimento de um sistema de reconhecimento de Libras baseado em visão computacional. 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/b884dac0-5310-4df8-9e59-3b5fb9aaba77/content>. Acesso em: 1 maio 2025.

3. Problema de pesquisa

A comunicação entre pessoas surdas e ouvintes que não dominam a Língua Brasileira de Sinais (Libras) representa um desafio significativo, resultando em barreiras sociais, educacionais e profissionais que limitam a inclusão e a autonomia da comunidade surda. Apesar de a Libras ser reconhecida como a segunda língua oficial do Brasil^[1], a escassez de intérpretes qualificados e a baixa proficiência em Libras entre ouvintes, especialmente em ambientes escolares, restringem o acesso equitativo à educação, particularmente no ensino médio, etapa crucial para a preparação para vestibulares e inserção no mercado de trabalho. No Brasil, onde mais de 10 milhões de pessoas são surdas ou possuem deficiência auditiva, menos de 1% da população ouvinte domina a Libras, agravando essas barreiras, como foi mencionado anteriormente.

Diante desse cenário, surge a seguinte questão de pesquisa: ***Como desenvolver um sistema de tradução simultânea da Língua Brasileira de Sinais (Libras) para texto e/ou fala, utilizando visão computacional e inteligência artificial, que seja preciso, acessível financeiramente e culturalmente sensível para estudantes surdos do ensino médio brasileiro?***

Essa questão é específica, pois foca na aplicação de tecnologias avançadas, como Redes Neurais Convolucionais (CNNs) para reconhecimento de gestos estáticos e Redes Neurais Recorrentes (RNNs) para gestos dinâmicos, para resolver uma lacuna de comunicação bem definida no contexto educacional. O problema está diretamente relacionado à inclusão social e à acessibilidade, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4 (Educação de Qualidade) e 10 (Redução das Desigualdades). A formulação interrogativa, iniciada por "como", orienta a pesquisa para o desenvolvimento de uma solução tecnológica prática, guiada por objetivos claros. Assim, a pesquisa buscará responder a essa questão por meio da criação de um sistema que integre reconhecimento de sinais, tradução em tempo real e validação com a participação ativa da comunidade surda, garantindo precisão, sensibilidade cultural e aplicabilidade em salas de aula do ensino médio.

[1] BRASIL. Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 25 abr. 2002.

4. Objetivos

- **Objetivos gerais:**

O objetivo do projeto é desenvolver um sistema de tradução simultânea da Língua de Sinais Brasileira (Libras) para texto e/ou fala, utilizando visão computacional e inteligência artificial para estudantes do ensino médio no Brasil. Essa solução visa capturar os sinais de, respectivamente, numerais, letras do alfabeto da língua portuguesa e sequência expressões faciais, realizados por pessoas surdas, interpretá-los por meio de algoritmos de reconhecimento de padrões e traduzi-los em tempo real para uma linguagem compreensível por ouvintes. Portanto, isso permitirá o início da resolução do problema e também quebrará barreiras de comunicação, promovendo a inclusão social, facilitando interações cotidianas, educacionais e profissionais, e acima de tudo irá ampliar a autonomia da comunidade surda.

- **Objetivos específicos:**

1. Desenvolvimento do modelo de visão computacional: Implementar algoritmos de processamento de imagens e reconhecimento de padrões para identificar e interpretar os sinais da Libras com precisão.

2. Integração com IA para tradução em tempo real: Desenvolver um sistema com ajuda de IA capaz de traduzir os sinais capturados para texto ou fala, com baixa latência e alta eficiência.

3. Validação com a comunidade surda: Realizar testes e validações do sistema com a participação ativa da comunidade surda, garantindo que a solução seja culturalmente sensível e atenda às suas necessidades.

4. Garantia de privacidade e segurança: Implementar medidas para proteger a privacidade dos usuários, evitando o armazenamento ou compartilhamento indevido de dados pessoais, como imagens ou vídeos, pois terá expressões de faces das pessoas.

5. Disseminação e conscientização: Promover a conscientização sobre a importância da Libras e da cultura surda, divulgando o projeto como uma ferramenta de inclusão social.

6. Otimização e escalabilidade: Garantir que o sistema seja escalável, permitindo a inclusão de novos sinais, regionalismos e adaptações para outras línguas de sinais no futuro.

5. Escopo

Este projeto tem como objetivo principal o desenvolvimento de um sistema de tradução simultânea da Língua Brasileira de Sinais (Libras) para texto e/ou fala, utilizando técnicas avançadas de visão computacional e inteligência artificial, com foco específico no contexto do ensino médio brasileiro. Há inspiração nos avanços recentes, como a solução de tradução em tempo real da Lenovo, que emprega visão computacional para interpretar Libras ([Lenovo AI Solution](#)), o projeto busca oferecer uma ferramenta acessível e culturalmente sensível para promover a inclusão educacional de estudantes surdos. A pesquisa também aborda lacunas na literatura, como a escassez de soluções que considerem as nuances culturais, regionais e expressivas da Libras, além de serem financeiramente viáveis para escolas públicas ([Sign Language Survey](#)).

O escopo do projeto abrange as seguintes etapas e contribuições:

- 1. Implementação de algoritmos de visão computacional:** Desenvolvimento de modelos baseados em Redes Neurais Convolucionais (CNNs) para o reconhecimento de gestos estáticos, como numerais e letras, utilizando ferramentas como MediaPipe e/ou OpenCV para detecção em tempo real. Está

planejada a integração de Redes Neurais Recorrentes (RNNs) e Transformers para capturar gestos dinâmicos e expressões faciais, que são essenciais para a gramática da Libras.

2. **Integração de modelos de IA para tradução em tempo real:** Criação de um sistema que traduza os sinais reconhecidos para texto e/ou fala em português, com ênfase em baixa latência para suportar interações dinâmicas em aulas, garantindo fluidez na comunicação entre estudantes surdos e ouvintes.
3. **Realização de testes com a participação da comunidade surda:** Validação do sistema por meio de testes com estudantes surdos do ensino médio, professores e intérpretes de Libras, assegurando precisão, eficiência e sensibilidade cultural. Esses testes incluirão feedback qualitativo para ajustes e melhorias.
4. **Avaliação do desempenho do sistema em contextos educacionais:** Análise da eficácia do sistema em salas de aula de ensino médio, medindo impactos na inclusão social, no desempenho acadêmico e na autonomia dos alunos surdos, por meio de métricas quantitativas (como taxa de precisão na tradução) e qualitativas (como satisfação dos usuários).
5. **Desenvolvimento de um banco de dados aberto de sinais da Libras:** Criação de um repositório de sinais, incluindo variações regionais, para apoiar pesquisas futuras e aprimorar o sistema. Este banco de dados abordará a escassez de datasets específicos para Libras, uma lacuna destacada na literatura.
6. **Planejamento para expansão:** Estratégias para incorporar o reconhecimento de expressões faciais e adaptar o sistema para outras línguas de sinais, aumentando sua escalabilidade e impacto global. Futuramente, o sistema poderá ser aplicado em outros contextos, como outras línguas de sinais e serviços públicos, ampliando sua relevância.

É sempre importante salientar que o projeto está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4 (Educação de Qualidade) e 10 (Redução das Desigualdades) ([ODS ONU](#)), buscando promover a inclusão social e a acessibilidade educacional para a comunidade surda no Brasil. Ao priorizar uma solução de baixo

custo, o sistema será viável para escolas públicas, onde a presença de intérpretes é limitada, contribuindo para reduzir as barreiras educacionais e sociais enfrentadas por estudantes surdos.

Limitações do Escopo:

O projeto foca inicialmente no reconhecimento de gestos estáticos e sua aplicação no ensino médio brasileiro. Não abrange, no momento, a tradução de outras línguas de sinais ou contextos fora do ambiente escolar, como hospitais ou empresas, embora essas possibilidades sejam consideradas para fases futuras. Além disso, a implementação de reconhecimento de expressões faciais e gestos dinâmicos está planejada, mas não será concluída na fase inicial.

Contribuições Esperadas:

Além de oferecer uma ferramenta prática para a educação, o projeto contribuirá para o avanço científico ao criar um banco de dados aberto de sinais da Libras e ao validar uma solução tecnológica com a comunidade surda. Essas contribuições poderão inspirar futuras pesquisas em tradução de línguas de sinais e promover a inclusão em outros contextos educacionais e sociais.

6. Metodologia de pesquisa

Este estudo adota uma abordagem mista, integrando métodos qualitativos e quantitativos, para garantir uma compreensão abrangente do problema e a validação da solução proposta. A pesquisa é exploratória e descritiva, investigando novas possibilidades tecnológicas para a tradução automática da Língua Brasileira de Sinais (Libras) e descrevendo o processo de desenvolvimento e validação do sistema, com foco no contexto do ensino médio brasileiro.

6.1. Revisão Bibliográfica

Será realizada uma revisão bibliográfica abrangente, cobrindo visão computacional, reconhecimento de sinais, inteligência artificial e tradução de línguas de sinais, com ênfase na Libras. Também serão analisados estudos sobre tecnologia educacional e

educação inclusiva, contextualizando o projeto no ambiente escolar. A revisão identificou lacunas na literatura, como a escassez de soluções para o ensino médio, e definiu parâmetros técnicos, considerando avanços recentes, como os sistemas de tradução de Libras da Lenovo e WebLibras.

6.2. Coleta de Dados Primários

A coleta de dados primários utilizará um modelo pré-treinado para reconhecer gestos estáticos, como numerais e letras, por meio de Redes Neurais Convolucionais (CNNs). Além disso, serão gravados vídeos de pessoas surdas realizando sinais da Libras em contextos educacionais de ensino médio, capturando regionalismos, expressões faciais e variações individuais. O objetivo é criar um banco de dados diversificado e representativo. A população-alvo incluirá estudantes surdos, professores e intérpretes de Libras, selecionados intencionalmente para representar diferentes regiões, idades e gêneros. A seleção será feita em parceria com instituições de apoio à comunidade surda, garantindo participação voluntária e conformidade com normas éticas de pesquisa.

6.3. Desenvolvimento do Sistema

O desenvolvimento empregará métodos de visão computacional, como CNNs e algoritmos de processamento de imagens, utilizando ferramentas como MediaPipe e/ou OpenCV para reconhecimento e classificação de sinais estáticos em tempo real. Para a tradução, serão utilizados modelos de inteligência artificial, como Redes Neurais Recorrentes (RNNs) ou Transformers, treinados com o banco de dados criado, com planos para incorporar gestos dinâmicos e expressões faciais no futuro. As tecnologias serão selecionadas com base em avanços recentes na tradução de línguas de sinais, garantindo eficiência e acessibilidade.

6.4. Validação do Sistema

A validação será realizada por meio de testes práticos com usuários surdos e ouvintes, incluindo se possível estudantes, professores e intérpretes, em ambientes

de ensino médio. Questionários e entrevistas avaliarão precisão, usabilidade, aceitação e impacto social da solução. Métricas quantitativas, como taxa de acerto, latência e custo de implementação, medirão o desempenho técnico e a viabilidade para escolas públicas. Personas representativas, como uma estudante surda, um intérprete educacional e um estudante ouvinte, guiarão o design e a validação, assegurando que o sistema atenda às necessidades reais dos usuários.

6.5. Análise de Dados

Os dados qualitativos serão analisados por meio de análise de conteúdo, identificando padrões e feedbacks relevantes da comunidade surda e outros envolvidos. Os dados quantitativos serão interpretados com técnicas estatísticas, como análise de variância e testes de significância, para validar a eficácia do sistema. A análise também considerará impactos sociais, como a potencial redução na demanda por intérpretes humanos e a necessidade de garantir sensibilidade cultural e acessibilidade em escolas com recursos limitados.

6.6. Replicabilidade e Contribuição Científica

O estudo garantirá replicabilidade, documentando todas as etapas do desenvolvimento e disponibilizando o banco de dados e algoritmos de forma aberta, quando possível. A pesquisa contribuirá para o avanço científico ao abordar lacunas na literatura, como a falta de soluções tecnológicas para o ensino médio brasileiro, e ao criar um banco de dados de sinais da Libras que inclua variações regionais, apoiando estudos futuros.

7. Cronograma de Trabalho

	Tema	Objetivo	Sprints (datas)	Descrição
--	------	----------	--------------------	-----------

MÓDULO 1	Projetos de Pesquisa para Inovação	Estruturação do projeto, levantamento de tecnologias e definição de requisitos.	1ª Sprint	Entendimento do problema e definição do escopo; Definição dos objetivos gerais e específicos; Levantamento inicial de referências científicas e tecnológicas.
			2ª Sprint:	Pesquisa sobre tecnologias de visão computacional; Benchmark do projeto; Referências científicas.
			3ª Sprint:	Exploração do conceito teórico e análise dos impactos sociais do projeto na comunidade surda
			4ª Sprint:	Leitura com arquivos e Identificação de personas (surdos, ouvintes, instituições).
			5ª Sprint:	Definição de requisitos funcionais e não funcionais; e definição de KPIs e métricas de sucesso;
MÓDULO 2	Desenvolvimento I	Desenvolvimento inicial do sistema e exploração de dados	1ª Sprint:	Exploração de base de dados I.
			2ª Sprint:	Exploração de base de dados II
			3ª Sprint:	Aplicação dos primeiros testes com numerais

			4ª Sprint:	Interação com base nos resultados do teste.
			5ª Sprint:	Desenvolvimento de wireframe e interfaces amigáveis
MÓDULO 3	Desenvolvimento II	Desenvolvimento do sistema e expansão dos sinais	1ª Sprint:	Início do desenvolvimento de interfaces e início da expansão do sistema para letras do alfabeto português
			2ª Sprint:	Finalização da codificação da interface
			3ª Sprint:	Aperfeiçoamento dos sinais em letras alfabéticas I
			4ª Sprint:	Aperfeiçoamento dos sinais em letras alfabéticas II
			5ª Sprint:	Integração do sistema
MÓDULO 4	Redação e publicação de artigos científicos	Finalização do sistema e publicação dos resultados.	1ª Sprint:	Teste Unitário e Teste com Usuário
			2ª Sprint:	Artigo científico
			3ª Sprint:	Metodologia e resultados

			4ª Sprint:	Revisão do artigo e da documentação técnica (Github)
			5º Sprint:	Apresentação do projeto

8. Resultados esperados

O projeto tem como objetivo alcançar os seguintes resultados, centrados na promoção da inclusão educacional de estudantes surdos no ensino médio brasileiro, com base em avanços tecnológicos e validação com a comunidade surda:

1. Desenvolvimento de um sistema de tradução simultânea funcional:

- Implementação de um sistema que traduza a Língua Brasileira de Sinais (Libras) para texto e/ou fala em tempo real, otimizado para ambientes de ensino médio.
- Inicialmente, o sistema reconhecerá gestos estáticos, como numerais e letras, utilizando Redes Neurais Convolucionais (CNNs) e ferramentas como MediaPipe e OpenCV, alcançando alta precisão (próximo ou acima de 90% para gestos básicos, conforme benchmarks de projetos como Convolutional Neural Networks - LIBRAS).
- Está planejada a futura integração de gestos dinâmicos e expressões faciais, utilizando Redes Neurais Recorrentes (RNNs) ou Transformers, para capturar a complexidade gramatical da Libras, essencial para comunicação em sala de aula.

2. Criação de um banco de dados aberto de sinais da Libras:

- Desenvolvimento de um repositório digital de sinais da Libras
- O banco será disponibilizado publicamente, preenchendo a lacuna de datasets específicos para Libras e apoiando pesquisas futuras em tradução de línguas de sinais.

3. Publicação de artigos científicos:

- Divulgação dos métodos, desafios e soluções do projeto em conferências e revistas acadêmicas, contribuindo para o avanço do conhecimento em visão computacional, inteligência artificial e inclusão social.
- As publicações destacarão a validação do sistema com a comunidade surda e sua aplicabilidade em contextos educacionais.

4. Impacto social positivo:

- Promoção da inclusão e autonomia de estudantes surdos, permitindo que acompanhem aulas em tempo real, reduzam taxas de evasão escolar e melhorem o desempenho acadêmico, aumentando suas chances de acesso ao ensino superior.
- Facilitação da comunicação entre surdos e ouvintes, aliviando a sobrecarga de intérpretes educacionais e promovendo interações mais inclusivas entre estudantes, como destacado pelas personas (estudante surda, intérprete e estudante ouvinte).
- Redução de barreiras educacionais, especialmente em escolas públicas com recursos limitados, conforme identificado no documento *Social Impacts*.

5. Conscientização sobre a importância da Libras e da cultura surda:

- Valorização da Libras como uma língua completa e autônoma, promovendo maior apreciação da cultura surda e combatendo preconceitos.
- Incentivo à inclusão social por meio de uma ferramenta que destaca a diversidade linguística no ambiente escolar.

6. Escalabilidade e adaptabilidade:

- O sistema será projetado para incorporar novos sinais, regionalismos e, potencialmente, outras línguas de sinais, garantindo sua relevância a longo prazo.
- Sua acessibilidade financeira será focalizada, tornando-o viável para escolas públicas, abordando desafios de custo levantados no documento de Impactos Sociais. (no github do projeto).

9. Observações gerais sobre a pesquisa a ser desenvolvida

Este projeto está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, em especial o ODS 10 (Redução das Desigualdades) e o ODS 4 (Educação de Qualidade), ao promover a inclusão social e facilitar o acesso à educação para a comunidade surda. Além disso, a pesquisa busca contribuir para o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ao desenvolver uma solução tecnológica inovadora que utiliza visão computacional e inteligência artificial.