

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

Uma Infraestrutura de Apoio ao Ensino e Aprendizagem de Línguas de Sinais

Venilton Falvo Júnior

Qualificação de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências
de Computação e Matemática Computacional (PPG-CCMC)

SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito:

Assinatura: _____

Venilton Falvo Júnior

Uma Infraestrutura de Apoio ao Ensino e Aprendizagem de Línguas de Sinais

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP, para o Exame de Qualificação, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional.

Área de Concentração: Ciências de Computação e Matemática Computacional

Orientadora: Profa. Dra. Ellen Francine Barbosa

USP – São Carlos
Janeiro de 2021

Venilton Falvo Júnior

An Infrastructure to Support the Teaching and Learning of Sign Languages

Monograph submitted to the Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP – as part of the qualifying exam requisites of the Computer and Mathematical Sciences Graduate Program, for the degree of Doctor in Science.

Concentration Area: Computer Science and Computational Mathematics

Advisor: Profa. Dra. Ellen Francine Barbosa

USP – São Carlos
January 2021

RESUMO

FALVOJR, V. **Uma Infraestrutura de Apoio ao Ensino e Aprendizagem de Línguas de Sinais**. 2021. 81 p. Monografia (Doutorado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2021.

Contexto – O advento da tecnologia vem impactando positivamente as dinâmicas de ensino e aprendizagem, sobretudo no que se refere à inclusão de Pessoas com Deficiência (PcD). De fato, a união entre as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e práticas pedagógicas contemporâneas tem proporcionado ambientes educacionais mais dinâmicos e adequados às singularidades de seus aprendizes. *Objetivos* – Em particular, esta proposta de doutorado tem como principal objetivo prover uma infraestrutura de apoio ao ensino e aprendizagem visando a educação inclusiva para surdos, com ênfase em línguas de sinais. *Métodos* – Inicialmente, a investigação de referenciais teóricos identificou alguns desafios e problemas, os quais orientaram a condução de um Mapeamento Sistemático (MS) sobre a educação com línguas de sinais mediante o uso da tecnologia. O MS baseou-se em diretrizes consolidadas da literatura para a definição de seu protocolo/processo, o qual buscou: (i) identificar os aspectos de desenvolvimento utilizados na construção das soluções tecnológicas; (ii) apresentar os tópicos educacionais mais relevantes; e (iii) identificar as línguas de sinais mais investigadas. *Resultados* – O MS identificou 185 estudos primários, obtendo um panorama das principais soluções tecnológicas relacionadas ao domínio das línguas de sinais na educação. Também foi possível delinear as publicações com foco na Língua Brasileira de Sinais (Libras). De modo geral, o MS concluiu que as tecnologias já vêm contribuindo consistentemente para o ensino e aprendizagem por meio das línguas de sinais. Entretanto, foram identificadas poucas iniciativas com ênfase em educação bilíngue, isso porque a maioria das soluções existentes considera apenas uma língua de sinais em específico. Com isso, tais soluções tendem a ser inapropriadas para salas de aula inclusivas, onde as línguas falada e de sinais possuem a mesma importância pedagógica. Ademais, os estudos primários carecem de padrões e boas práticas de desenvolvimento que favoreçam o compartilhamento de seus recursos educacionais. *Conclusões* – Os resultados obtidos sugerem que, mesmo com o grande número de contribuições, ainda existem lacunas importantes que podem derivar novas linhas de pesquisa. Nesse sentido, este trabalho propõe uma infraestrutura aberta de apoio à criação de aplicações educacionais bilíngues, com destaque para o apoio a línguas de sinais. Dessa forma, soluções inclusivas podem ser criadas com base em uma arquitetura compartilhada, evolutiva e aberta, reduzindo significativamente a complexidade de desenvolvimento das mesmas.

Palavras-chave: línguas de sinais, educação inclusiva, tecnologia assistiva.

ABSTRACT

FALVOJR, V. **An Infrastructure to Support the Teaching and Learning of Sign Languages.** 2021. 81 p. Monografia (Doutorado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2021.

Context – The advent of technology has had a positive impact on teaching and learning dynamics, especially with regard to the inclusion of People with Disabilities (PwD). In fact, the union between Information and Communication Technologies (ICTs) and contemporary pedagogical practices has provided educational environments that are more dynamic and suited to the singularities of their learners. *Objectives* – In particular, this doctoral proposal has the main objective of providing an infrastructure to support teaching and learning aimed at inclusive education for the deaf, with an emphasis on sign languages. *Methods* – Initially, the investigation of theoretical references identified some challenges and problems, which guided the conduct of a Systematic Mapping (SM) on sign language education through the use of technology. The SM was based on consolidated literature guidelines for the definition of its protocol/process, which sought to: (i) identify the development aspects used in the construction of technological solutions; (ii) present the most relevant educational topics; and (iii) identify the most investigated sign languages. *Results* – The SM identified 185 primary studies, obtaining an overview of the main technological solutions related to the mastery of sign languages in education. It was also possible to outline publications focusing on the Brazilian Sign Language (Libras). In general, the SM concluded that technologies have already been consistently contributing to teaching and learning through sign languages. However, few initiatives have been identified with an emphasis on bilingual education, because most of the existing solutions consider only a specific sign language. As a result, such solutions tend to be inappropriate for inclusive classrooms, where spoken and sign languages have the same pedagogical importance. In addition, primary studies lack standards and best practices of development that favor the sharing of their educational resources. *Conclusions* – The results obtained suggest that, despite the large number of contributions, there are still important gaps that can derive new lines of research. In this sense, this work proposes an open infrastructure to support the creation of bilingual educational applications, with emphasis on support for sign languages. In this way, inclusive solutions can be created based on a shared, evolutionary and open architecture, significantly reducing the complexity of their development.

Keywords: sign languages, inclusive education, assistive technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Libras: alfabeto manual.	26
Figura 2 – Libras: números.	27
Figura 3 – Libras: dias da semana.	27
Figura 4 – Libras: exemplos de sinais.	28
Figura 5 – ITU: Porcentagem de indivíduos que usam a Internet.	35
Figura 6 – ITU: Porcentagem de indivíduos que possuem ao menos um <i>smartphone</i> . . .	36
Figura 7 – Busca sistemática baseada em QGS.	45
Figura 8 – Etapas busca sistemática baseada em QGS.	45
Figura 9 – Resultados da busca sistemática baseada em QGS.	50
Figura 10 – Linha de tendência linear (R^2) de publicações internacionais por ano.	52
Figura 11 – Publicações por tipo de solução.	55
Figura 12 – Aplicativo <i>Hand Talk</i>	69
Figura 13 – Objetivos, procedimentos metodológicos/atividades e resultados esperados. .	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cronograma de atividades.	72
Quadro 2 – Ficha do aluno, adaptada do Janus.	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Glossário: tipos de línguas.	23
Tabela 2 – Glossário: modalidades de línguas.	24
Tabela 3 – Glossário: representações visual-espaciais.	24
Tabela 4 – Glossário: termos comuns atribuídos a usuários de línguas de sinais.	25
Tabela 5 – Linha do tempo de leis sobre Libras e/ou Surdez.	29
Tabela 6 – Glossário: Acessibilidade, Exclusão e Inclusão.	34
Tabela 7 – Tecnologias/Recursos das abordagens pedagógicas.	39
Tabela 8 – Critérios de PICO.	46
Tabela 9 – Critérios de Inclusão (CI) e Exclusão (CE).	47
Tabela 10 – Busca manual nacional.	48
Tabela 11 – Busca manual internacional (QGS).	48
Tabela 12 – Resultados da busca automatizada.	49
Tabela 13 – Formulário de extração de dados.	51
Tabela 14 – Conferências/Periódicos mais relevantes.	52
Tabela 15 – Áreas da ES (SWEBOK).	53
Tabela 16 – Tópicos Educacionais.	57
Tabela 17 – Línguas de Sinais.	58
Tabela 18 – Síntese dos estudos primários discutidos.	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Contexto e Motivação	17
1.2	Objetivos	19
1.3	Organização	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	Considerações Iniciais	21
2.2	Línguas de Sinais	21
2.2.1	<i>Libras</i>	25
2.2.2	<i>Educação Inclusiva</i>	29
2.2.3	<i>Desafios e Problemas</i>	32
2.3	Tecnologia e Educação	34
2.3.1	<i>Abordagens Pedagógicas</i>	35
2.3.2	<i>Tecnologia Assistiva</i>	38
2.3.3	<i>Desafios e Problemas</i>	41
2.4	Considerações Finais	42
3	LÍNGUAS DE SINAIS, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO: UM MAPE- AMENTO SISTEMÁTICO	43
3.1	Considerações iniciais	43
3.2	Mapeamento Sistemático	43
3.2.1	<i>Definição do Escopo</i>	46
3.2.2	<i>CrITÉRIOS de Seleção</i>	47
3.2.3	<i>Busca Manual</i>	47
3.2.4	<i>Busca Automatizada</i>	49
3.2.5	<i>Extração de Dados</i>	50
3.2.6	<i>Resultados</i>	51
3.3	Síntese dos Resultados	59
3.3.1	<i>Cenário Internacional</i>	61
3.3.2	<i>Cenário Nacional (Libras)</i>	63
3.4	Considerações finais	64
4	PROPOSTA DE TRABALHO	67
4.1	Caracterização da pesquisa	67

4.2	Atividades e cronograma	70
4.3	Procedimentos metodológicos	72
4.4	Resultados esperados	73
4.5	Publicações	74
REFERÊNCIAS		77

INTRODUÇÃO

1.1 Contexto e Motivação

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), existem 466 milhões de pessoas, cerca de 6,1% da população mundial, com perda auditiva incapacitante (OMS, 2018). Sendo assim, grande parte delas têm a necessidade de “ouvir com os olhos”, algo possível por meio das línguas de sinais, as quais permitem que conversas e informações sejam transmitidas visualmente usando diferentes formas de comunicação sinalizadas. Para isso, seus usuários combinam movimentos articulados das mãos, expressões faciais e movimentos corporais para se comunicarem (DUKE, 2009; QUADROS, 2019; HONORA; FRIZANCO, 2017).

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), tecnicamente não existe uma língua de sinais universal, principalmente devido às singularidades linguísticas em questão, as quais impõem barreiras contundentes para a universalidade das línguas de sinais (ONU, 2019; QUADROS, 2019). Nesse contexto, a Federação Mundial de Surdos (WFD – *World Federation of the Deaf*) estima que existam aproximadamente 72 milhões de surdos em todo o mundo, os quais coletivamente utilizam mais de 300 línguas de sinais diferentes (ONU, 2019).

Um relatório da WFD relata que tamanha diversidade agrava ainda mais a falta de consistência em todo o mundo nos processos de interpretação e tradução das línguas de sinais, evidenciando uma linha de pesquisa relevante (NAPIER; WIT, 2019). De acordo com Duke (2009), caso todas as línguas de sinais fossem unificadas, elas representariam o terceiro idioma mais usado nos Estados Unidos e o quarto idioma mais usado no mundo.

No Brasil, a Língua Brasileira de Sinais (Libras) foi reconhecida oficialmente em 2002 (QUADROS, 2019; HONORA; FRIZANCO, 2017). Desde então, algumas iniciativas foram fomentadas em âmbito nacional para inclusão social/cultural de seus usuários. Segundo o último censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), existem cerca de 9,7 milhões de pessoas com limitações auditivas no Brasil, o que equivale à 5,1% da população

(IBGE, 2010). Vale ressaltar que esses dados estatísticos não foram coletados visando um levantamento sobre o cenário nacional com relação à Libras. Todavia, tais pessoas são usuárias em potencial dessa língua de sinais, mas infelizmente apenas uma parcela delas terá acesso à alfabetização, tendo em vista as dificuldades socioeconômicas do país.

Por outro lado, o advento da tecnologia vem impactando significativamente o processo de ensino e aprendizagem com línguas de sinais. Dessa forma, soluções disruptivas, como o uso de dispositivos inteligentes ou técnicas de tradução simultânea, podem orientar o desenvolvimento de aplicações educacionais cada vez mais efetivas e acessíveis aos aprendizes das línguas de sinais (NAPIER; WIT, 2019).

Em uma perspectiva relacionada, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) têm alterado não apenas as interações pessoais, mas também as práticas de ensino. A globalização das TICs criou um contexto educacional sem precedentes: mais flexível, conectado e inteligente. As tecnologias portáteis, juntamente com as redes de computadores, tornam-se cada vez mais presentes na vida cotidiana, promovendo um acesso onipresente à informação (CILLI *et al.*, 2017).

As TICs dizem respeito a processos e produtos que estão em constante transformação, provindos especialmente da eletrônica, da microeletrônica e da área de telecomunicações. O escopo de ação dessas tecnologias é virtual e utiliza a informação como o principal insumo (CILLI *et al.*, 2017). Sendo assim, diferentes áreas de conhecimento tendem a se beneficiar com o uso dessas tecnologias, principalmente em domínios complexos como o da educação inclusiva baseada em línguas de sinais.

Em sentido amplo, educação indica o meio em que os hábitos, costumes e valores de um determinado grupo são transferidos de uma geração para outra, e estes vão se formando a partir de situações presenciadas e de experiências adquiridas no decorrer da vida. Em específico, educação é um processo contínuo de desenvolvimento das faculdades físicas, intelectuais e morais do ser humano para que este se integre da melhor forma possível em sua comunidade (CILLI *et al.*, 2017; QUADROS, 2019). Note que, em ambas as perspectivas, a inclusão social é essencial para que o indivíduo tenha acesso adequado à educação e isso independe de sua língua dominante (de sinais ou falada) (QUADROS, 2019).

A educação é um processo constante e evolutivo que visa a integração das pessoas à sociedade ou grupo ao qual pertencem (CILLI *et al.*, 2017; QUADROS, 2019). Logo, a inclusão social e digital são aspectos importantes no processo educacional contemporâneo. Nessa perspectiva, as TICs podem contribuir para tornar as práticas educacionais mais inclusivas, personalizando o processo de ensino e aprendizagem ao contexto dos alunos, especialmente em cenários onde a diversidade linguística é essencial, como na educação bilíngue.

1.2 Objetivos

Tendo em vista o contexto e motivações apresentados, este projeto tem como principal objetivo prover uma infraestrutura, que orchestre Recursos Educacionais Abertos (REAs) visando a educação inclusiva para surdos. Ressalta-se que o conceito de inclusão, na identidade surda, traz consigo um ideal baseado na educação bilíngue (QUADROS, 2019). Sendo assim, a infraestrutura em questão permitirá o desenvolvimento de aplicações educacionais bilíngues. Com base nesse objetivo geral, são estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Identificação de um conjunto básico de especificações técnicas e requisitos de desenvolvimento relacionados à educação inclusiva por meio das línguas de sinais, com o apoio das TICs;
2. Proposição de uma arquitetura que favoreça o desenvolvimento de soluções educacionais inclusivas no contexto das línguas de sinais. Desta forma, a infraestrutura resultante proverá todos os insumos necessários para o desenvolvimento de ferramentas de Tecnologia Assistiva (TA), as quais devem potencializar de forma significativa a participação do surdo no desempenho de suas tarefas educacionais.
3. Avaliação da arquitetura proposta por especialistas, tendo em vista o refinamento/evolução da abordagem em função de *feedbacks* das áreas da ES, educação e línguas de sinais. Com isso, a arquitetura é devidamente instanciada e implantada, provendo uma infraestrutura de apoio à criação de soluções educacionais com suporte a línguas de sinais;
4. Desenvolvimento de uma aplicação educacional móvel, criada a partir da infraestrutura proposta, no contexto da educação bilíngue (Libras e Português). Para isso, um tópico educacional específico será definido tendo em vista o ensino e aprendizagem por meio das línguas em questão. Além disso, é importante ressaltar que as soluções geradas a partir dessa arquitetura/infraestrutura comum serão sensíveis ao contexto de seus usuários, obtendo informações importantes para o tratamento de eventuais regionalidades (presentes em ambas as línguas, falada e de sinais);
5. Condução de experimentos com aprendizes e tutores, a fim de avaliar a TA criada e, indiretamente, sua respectiva arquitetura.

Os objetivos apresentados buscam responder à seguinte questão de pesquisa: Como as TICs, aliadas a boas práticas de desenvolvimento e infraestrutura, podem auxiliar/facilitar a criação de aplicações educacionais inclusivas para surdos, por meio de uma interface pública e bilíngue?

1.3 Organização

Neste capítulo foi apresentado o contexto geral ao qual este trabalho de doutorado está inserido, além das motivações e justificativas para o seu desenvolvimento e os objetivos almejados para sua conclusão.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica que embasa este trabalho, abordando suas temáticas principais: línguas de sinais, educação e tecnologia, com ênfase na educação inclusiva e tecnologia assistiva.

O Capítulo 3 apresenta um mapeamento sistemático sobre o cenário atual de pesquisas envolvendo o ensino e aprendizagem com línguas de sinais por meio do uso de tecnologias. Desta forma, foi possível analisar os cenários global e nacional no que tange o escopo de pesquisa em questão.

O Capítulo 4 apresenta a proposta deste trabalho de doutorado, retomando a caracterização da pesquisa e apresentando as atividades previstas, cronograma, procedimentos metodológicos, resultados esperados e publicações.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo é apresentado um levantamento bibliográfico sobre os principais conceitos teóricos que fundamentam este projeto. Na [Seção 2.2](#), o conceito de línguas de sinais é abordado, com ênfase na caracterização do tema tendo em vista o contexto educacional, bem como os principais desafios e problemas associados. A [Seção 2.3](#) relaciona os conceitos de tecnologia e educação, apresentando suas principais ferramentas de apoio ao ensino e aprendizagem, as quais têm grande potencial no suporte à educação inclusiva. Por fim, na [Seção 2.4](#) as considerações finais sobre aos conceitos fundamentados são apresentadas.

2.2 Línguas de Sinais

Segundo [Honora e Frizanco \(2017\)](#), as línguas de sinais são naturais, pois surgiram espontaneamente do convívio entre as pessoas. Elas podem ser comparadas à complexidade e à expressividade das línguas faladas, já que podem transmitir qualquer conceito, concreto ou abstrato, emocional ou racional, complexo ou simples. Tratam-se de línguas organizadas e não de simples junções de gestos, o que as caracterizariam apenas como linguagens. Sendo assim, por terem regras e serem totalmente estruturadas, são denominadas línguas.

Entretanto, tal classificação precisou de algum tempo e, principalmente, pesquisa para ser aceita formalmente. Segundo [Quadros \(2019\)](#), os estudos das línguas de sinais inicialmente tiveram como função convencer os linguistas e demais agentes de políticas linguísticas/educacionais de que elas eram, de fato, línguas. Havia uma compreensão equivocada, com base no senso comum, de que as línguas de sinais seriam universais por usarem o corpo em movimentos supostamente compreendidos como gestos. Os gestos, nesse caso, eram associados à ideia de que a produção das línguas de sinais representaria formas universais e de que elas seriam facilmente

entendidas por qualquer pessoa. Desse modo, haveria apenas uma única “linguagem” de sinais, reduzindo o status de língua para apenas uma forma de comunicação gestual compartilhável (QUADROS; KARNOPP, 2004). No entanto, o reconhecimento dos níveis linguísticos nas línguas de sinais permite seu enquadramento, no campo da Linguística, tanto do ponto de vista teórico, quanto aplicado (QUADROS, 2019).

Para Gesser (2009), essa suposta universalidade é uma das crenças mais recorrentes quando se fala em língua de sinais. Nessa conjuntura, embora se possa traçar um histórico das origens e apontar possíveis parentescos e semelhanças no nível estrutural das línguas humanas (sejam elas faladas ou de sinais), alguns fatores favorecem a diversificação e a mudança da língua dentro de uma comunidade linguística como, por exemplo, a extensão e a descontinuidade territorial, além da diversidade cultural oriunda desses acontecimentos.

Além disso, Gesser (2009) afirma que o que pode ser considerado universal é o impulso dos indivíduos para a comunicação e, no caso dos usuários das línguas de sinais, esse impulso é sinalizado. Sendo assim, considerar a ideia de universalidade traz implicitamente uma tendência de simplificar a riqueza linguística em questão, sugerindo que talvez para os surdos fosse mais fácil se todos usassem uma língua única/uniforme. Nesse sentido, tendo em vista que as línguas de sinais são línguas naturais, seria improvável obter tal uniformidade, pois cada uma possui influências culturais, sociais e linguísticas particulares.

De acordo com Honora e Frizanco (2017), as línguas de sinais distinguem-se das línguas faladas porque se utilizam do meio visual-espacial em detrimento do oral-auditivo, ou seja, na elaboração das línguas de sinais é necessário olhar os movimentos que o emissor realiza para entender sua mensagem. Já na língua falada é preciso apenas ouvi-la, sem a necessariamente de contato visual. Um exemplo é um casal de ouvintes que conversa mesmo quando estão em cômodos separados em uma casa. Por outro lado, nas línguas de sinais esta situação é impossível, pois é necessário estar ao alcance da visão para que o sinal seja notado e interpretado.

Honora e Frizanco (2017) e Quadros (2019) ressaltam que as línguas de sinais são vivas, pois estão em constante transformação com o surgimento de novos sinais, sendo introduzidos pela comunidade surda de acordo com a sua necessidade. Conforme apresentado anteriormente, as línguas de sinais não são universais. Portanto, cada uma tem a sua própria estrutura gramatical e, assim como não se tem uma língua falada única, também não existe uma língua de sinais universal. Além disso, mesmo países com a mesma língua falada podem possuir línguas de sinais diferentes. Um exemplo é o caso de Brasil e Portugal, países que compartilham a língua portuguesa, mas têm línguas de sinais diferentes. O contrário acontece com os Estados Unidos e o Canadá, que possuem a mesma língua falada e de sinais.

Quadros (2019) descreve que estudos das diferentes línguas de sinais do mundo evidenciaram as especificidades dos sinais de cada país, identificando inclusive sua autonomia diante das línguas nacionalmente faladas. Essa autonomia é evidenciada também pelo fato de as línguas de sinais pertencerem a diferentes famílias linguísticas, de origens distintas das línguas faladas em

seus respectivos países. Por exemplo, a Libras tem origem na LSF (Língua de Sinais Francesa), enquanto a LGP (Língua Gestual Portuguesa) tem origem na STS (Língua de Sinais Sueca). Considerando essas origens, apesar de a língua falada ser a portuguesa no Brasil e em Portugal (exceto pelas variações já estabelecidas), a Libras e a LGP são completamente diferentes, pois cada uma apresenta um conjunto de fonemas próprios, que tornam as palavras muito distintas, para não falar das diversas estruturas existentes em uma língua e noutra.

Até então, esta seção apresentou algumas das principais características das línguas de sinais: (i) são línguas e não linguagens, pois possuem uma estrutura e regras próprias; (ii) não são universais, porque surgiram naturalmente, diante das necessidades de comunicação entre grupos geograficamente e culturalmente distintos; (iii) uniformidade na língua falada não garante o mesmo com relação às línguas de sinais, a exemplo de Brasil e Portugal.

Em tempo, vale ressaltar que as temáticas apresentadas possuem uma série de terminologias que advém de diferentes áreas do conhecimento, fato que muitas vezes pode dar margem para interpretações equivocadas. Nessa perspectiva, [Quadros \(2019\)](#) apresenta um glossário com um conjunto de definições especificamente selecionadas para o esclarecimento de conceitos relevantes no domínio das línguas de sinais. O glossário em questão foi adaptado, com ênfase em termos pertinentes a esta pesquisa, os quais são apresentados em formato de Tabelas no decorrer desta seção. Nesse sentido, as Tabelas 1, 2, 3 e 4 organizam tais definições, destacando-as de acordo com sua importância.

Tabela 1 – Glossário: tipos de línguas.

Língua de sinais	O termo “língua de sinais” se refere às línguas que usam a modalidade visual-espacial. Esse termo é usado genericamente em alusão a qualquer língua de sinais específica.
Língua falada	As línguas faladas são as línguas orais-auditivas, ou seja, as línguas que utilizam os canais oral (aparelho vocal) e auditivo (aparelho auditivo) para produzir e perceber a fala. Essa forma será usada neste trabalho para se opor as línguas de sinais. O termo “língua falada” é preferido ao termo “língua oral” porque as línguas de sinais também são línguas orais, no sentido de serem produzidas “oralmente” em oposição à forma escrita.

Fonte: [Quadros \(2019\)](#).

Em especial, a [Tabela 3](#) define formalmente os termos “gestos” e “sinais”. De forma resumida, um gesto pode representar a origem de um sinal, se tornando linguístico e evoluindo sua respectiva língua de sinais. Por outro lado, ainda existem pesquisas visando a desambiguação desses termos, as quais podem culminar na gramaticalização dos gestos nas línguas de sinais. A [Tabela 4](#) apresenta os principais termos atribuídos aos usuários das línguas de sinais. Nesse contexto, [Quadros \(2019\)](#) afirma que o termo “surdo” é o mais apropriado considerando os usuários das línguas de sinais, pois não carrega consigo estereótipos médicos (“deficiente auditivo”) e/ou relacionados a impossibilidade de fala (“surdo-mudo”).

Tabela 2 – Glossário: modalidades de línguas.

Oral-auditiva	A língua oral-auditiva se refere às línguas faladas. O português, por exemplo, é uma língua oral-auditiva, produzida oralmente com a intenção de ser ouvida.
Visual-espacial	As línguas de sinais são visual-espaciais, pois são articuladas no espaço por meio do corpo (mãos, face etc) e acessadas visualmente, ou seja, pela visão. Os sinais são produzidos corporalmente e vistos uns pelos outros (não utilizam sons e não são ouvidos). De forma análoga a visual-espaciais, a nomenclatura gestual-espaciais também é aceita.

Fonte: Quadros (2019).

Um adendo importante, ainda considerando a [Tabela 4](#), é de que existem outros termos comumente atribuídos aos usuários das línguas de sinais. Neste cenário, mas em uma perspectiva mais ampla, [Oliveira \(2016\)](#) apresenta que ao longo dos anos diversos termos foram considerados apropriados para representar as pessoas com algum tipo de deficiência física. Entretanto, o termo recomendado atualmente é “Pessoa com Deficiência” (PcD), pois ele indica que há algum tipo de deficiência sem que isso inferiorize o indivíduo. Sendo assim, o termo “PcD” será utilizado neste trabalho em contextos mais genéricos, onde a terminologia “surdo” não seja adequada.

Tabela 3 – Glossário: representações visual-espaciais.

Gestos	A Gestos representam produções a partir do corpo para se referir a diferentes níveis de comportamento com ou sem significado. Os gestos são usados tanto nas línguas faladas quanto nas línguas de sinais. Nas línguas faladas, como os gestos são produzidos pelo corpo, são facilmente identificados como gestos. No caso das línguas de sinais, os gestos se apresentam na mesma modalidade dos sinais. Assim, nem sempre é fácil identificar os gestos e os sinais como produções que apresentem fronteiras claras. Os gestos podem se fundir com os sinais e se tornarem linguísticos. Os gestos nas línguas faladas são identificados como extralinguísticos. No entanto, os estudos com as línguas de sinais têm apontado para a gramaticalização dos gestos nas línguas de sinais. Talvez os gestos também possam ser considerados elementos linguísticos nas línguas faladas.
Sinais	As pessoas que usam uma língua de sinais normalmente se referem às palavras que a compõem como “sinais”. Nesse caso, os “sinais” correspondem às “palavras” de sua língua falada.

Fonte: Quadros (2019).

Com isso, temas relacionados ao domínio em questão podem ser explorados de forma adequada, tendo em vista a definição e esclarecimento das principais terminologias usadas no campo das línguas de sinais, especialmente no contexto deste trabalho. Considerando as subseções a seguir, primeiramente a Libras é apresentada em detalhes, com suas respectivas características e políticas públicas voltadas para a inclusão social. Em seguida, a educação inclusiva é abordada, com ênfase no letramento bilíngue. Por fim, alguns dos desafios e problemas identificados no contexto das línguas de sinais são discutidos.

Tabela 4 – Glossário: termos comuns atribuídos a usuários de línguas de sinais.

Deficiente auditivo	Deficiente auditivo é um termo para se referir aos surdos a partir da perspectiva médica. Os surdos que integram comunidades surdas e usam uma língua de sinais normalmente não utilizam o termo deficiente auditivo, pois preferem ser chamados de surdos. Por outro lado, a expressão deficiente auditivo é utilizada por surdos que não aprendem a língua de sinais. São surdos submetidos à oralização com exclusão da língua de sinais.
Surdo	É como se identifica a pessoa que é surda, identificação considerada a mais apropriada entre os surdos que usam a língua de sinais.
Surdo-mudo	É uma forma antiga de se referir aos surdos. Atualmente, os surdos consideram essa forma politicamente incorreta, pois a expressão “mudo” indica impossibilidade de falar, o que não expressa, de fato, a identidade surda. Os surdos podem falar e usam uma língua de sinais para se expressarem.

Fonte: Quadros (2019).

2.2.1 Libras

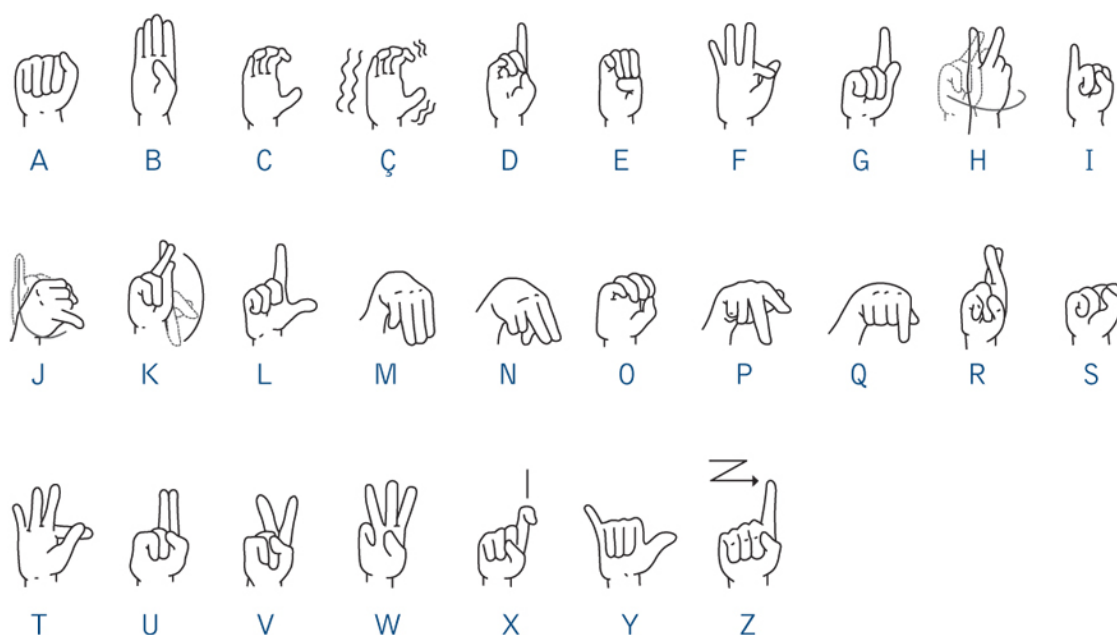
No Brasil a história das línguas de sinais teve início em 1857, com a chegada do educador francês Hernet Huet, um ex-aluno surdo do Instituto de Paris, que trouxe consigo o conhecimento sobre o alfabeto manual francês e a LSF, tidas como as principais influências para a criação da Libras (HONORA; FRIZANCO, 2017; ALMEIDA, 2015). Por sua vez, Libras é a sigla para **L**íngua **B**rasileira de **S**inais, cuja comunicação é realizada por meio de gestos, expressões faciais e corporais, características em consonância com a modalidade visual-espacial.

Nesse contexto, muitas pessoas acreditam que a Libras é um alfabeto manual, algo equivocado tendo em vista as discussões supracitadas sobre a completude linguística das línguas de sinais. De acordo com Gesser (2009), essa inverdade fixa-se na falácia de que as línguas de sinais são limitadas e que a única forma de expressão comunicativa seria uma adaptação das letras realizadas manualmente, convencionadas e representadas a partir da língua oral.

Segundo Gesser (2009), o alfabeto manual, utilizado para soletrar manualmente as palavras (também referido como datilologia), é apenas um recurso utilizado por falantes da língua de sinais. Não é uma língua, mas sim um código de representação das letras alfabéticas. Sendo assim, tem uma função relevante na interação entre os usuários da línguas de sinais, principalmente para soletrar nomes próprios (pessoas ou lugares), siglas e algum vocábulo inexistente na língua de sinais.

No Brasil, o alfabeto manual é composto de 27 sinais, contando o grafema ç que é a configuração de mão da letra c com movimento trêmulo (GESSER, 2009). Cada formato da mão corresponde a uma letra do alfabeto do português brasileiro (Figura 1). De forma análoga também temos os números (Figura 2), os quais servem de referência para uma série de outros sinais, como por exemplo os dias da semana (Figura 3).

Figura 1 – Libras: alfabeto manual.

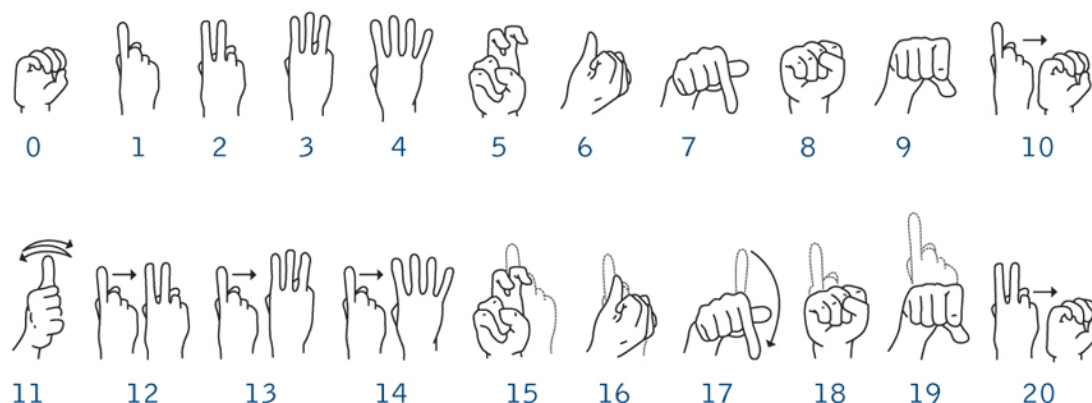


Fonte: Centro de Educação para Surdos Rio Branco <www.ces.org.br>.

De modo complementar, tendo em mente a plenitude linguística da Libras, existem unidades mínimas para a formação dos sinais, tais como os fonemas nas línguas faladas. Considerando as características estruturais da Libras, seus sinais podem ser decompostos em cinco parâmetros (HONORA; FRIZANCO, 2017; QUADROS, 2019):

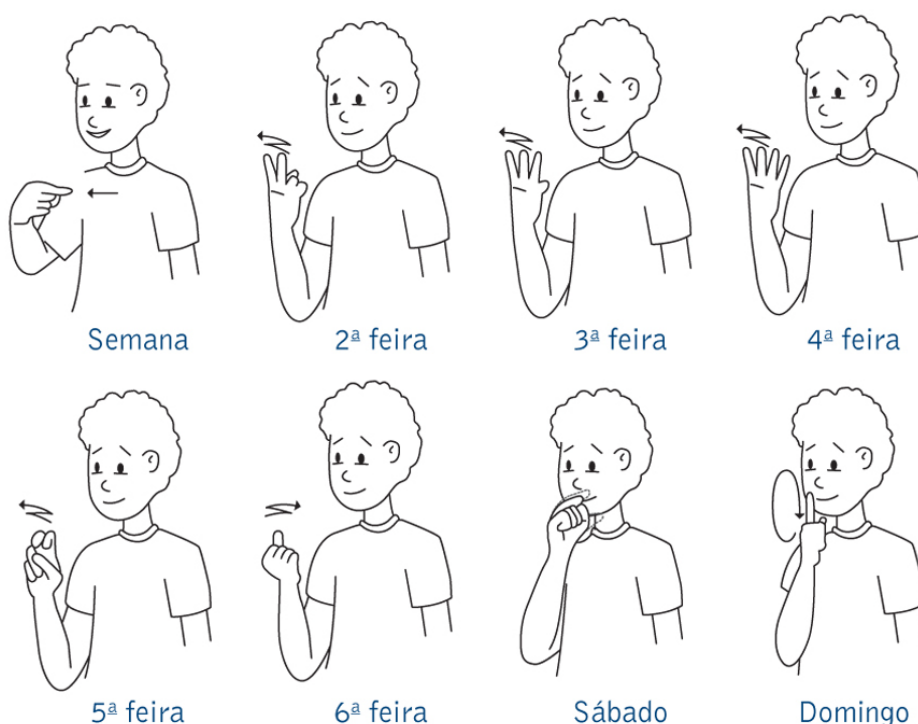
- **Configuração das Mãos (CM):** tem relação com as formas das mãos para a execução do sinal. Pode ser representado por uma letra do alfabeto, número ou outras formas de colocar a mão no momento inicial do sinal. A configuração das mãos é a representação de como estará a mão dominante (direita para os destros e esquerda para os canhotos) no momento inicial do sinal. Alguns sinais também podem ser representados pelas duas mãos;
- **Localização (L):** também chamado de Ponto de Articulação (PA), diz respeito ao local onde incide a mão configurada para a execução do sinal. Pode ser alguma parte do corpo ou o sinal poderá ser realizado num espaço neutro vertical (ao lado do corpo) ou espaço neutro horizontal (na frente do corpo);
- **Movimento (M):** alguns sinais têm movimento, outros não, são sinais estáticos. Movimento é o deslocamento da mão no espaço para execução do sinal;
- **Orientação ou Direcionalidade (O/D):** é a direção que o sinal terá para ser executado;
- **Expressão Facial e/ou Corporal (EF/EC):** muitos sinais necessitam de um complemento facial e até corporal para fazer com que sejam compreendidos. A expressão facial são as feições feitas pelo rosto para dar vida e entendimento ao sinal executado.

Figura 2 – Libras: números.



Fonte: Centro de Educação para Surdos Rio Branco <www.ces.org.br>.

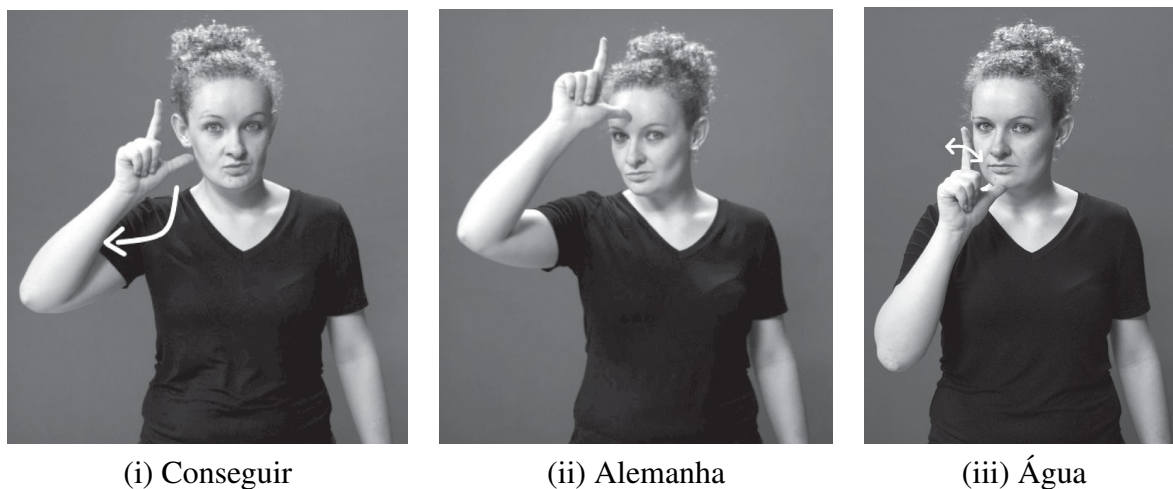
Figura 3 – Libras: dias da semana.



Fonte: Centro de Educação para Surdos Rio Branco <www.ces.org.br>.

Considerando os parâmetros em questão, é possível ter uma dimensão da complexidade e capacidade linguística da Libras. Em particular, a **Figura 4** apresenta três palavras completamente distintas que compartilham a mesma CM (a letra “L”). Entretanto, cada uma possui suas respectivas particularidades tendo em vista os parâmetros da Libras: (i) L: bochecha, M: semicircular para fora; (ii) L: testa, M: retilíneo repetido; e (iii) L: queixo, M: da articulação do dedo indicador – abrir e fechar repetidamente.

Figura 4 – Libras: exemplos de sinais.



Fonte: Quadros (2019)

Adicionalmente, Quadros (2019) apresenta uma visão mais técnica, na qual reitera formalmente que a Libras é uma língua dotada de todos os níveis de análise linguística. Tais características findam nossa discussão sobre a inegável integralidade da Libras enquanto língua:

- Unidades mínimas (fonemas), que se combinam para formar palavras;
- Padrões prosódicos (realizados de forma não manual, por meio de expressões corporais ou faciais, por exemplo);
- Suas palavras se combinam para formar enunciados;
- Os enunciados apresentam proposições que podem ser analisadas do ponto de vista semântico, pragmático;
- Seus usos apresentam questões de ordem sociolinguística.

Sob outra perspectiva, levando em consideração o contexto social, as comunidades surdas brasileiras são representadas pela Federação Nacional de Educação e Integração de Surdos (FENEIS), que congrega várias instituições do país (QUADROS, 2019). Uma das agendas da FENEIS era o reconhecimento legal da Libras, que culminou com a Lei nº 10.436/2002. Com isso, a Libras foi sancionada como língua de sinais oficial em 24 de Abril de 2002 (HONORA; FRIZANCO, 2017; QUADROS, 2019; CRISTIANO, 2020).

Segundo Quadros (2019), essa agenda fazia parte de um compromisso internacional estabelecido pela WFD, que inclui o reconhecimento legal das línguas de sinais de cada país. A FENEIS sempre esteve representada nas discussões em torno de questões relativas aos surdos, em especial, às políticas linguísticas voltadas para a Libras nos espaços governamentais.

Tabela 5 – Linha do tempo de leis sobre Libras e/ou Surdez.

2002	Lei nº 10.436
2003	Portaria nº 3.284
	Lei nº 10.845
2004	Lei nº 4.304
	Lei nº 4.309
	Projeto de Lei do Senado nº 180
2005	Decreto nº 5.626
	Prolibras
2008	Resolução nº 25
	Lei nº 11.796
	Lei nº 12.319
2010	Mensagem nº 532
	Portaria Normativa MEC 20/2010 – DOU: 08.10.2010
2015	Lei 13.146

Fonte: Elaborada pelo autor.

Desde então, uma série de outras leis que regulamentam a Libras e assuntos relacionados à surdez vem sendo propostas. Nesse sentido, a [Tabela 5](#) apresenta uma linha do tempo com as principais leis, decretos, portarias e resoluções sobre esses temas ([CRISTIANO, 2020](#)). Iniciativas como essas favorecem a inclusão social dos surdos, além de promover a democratização da educação inclusiva, apresentada em detalhes a seguir.

2.2.2 Educação Inclusiva

Desde a década de 1990, surgem iniciativas globais de apoio à inclusão de PcD em escolas regulares. Em especial, a Declaração de Salamanca ([UNESCO, 1994](#)) fomentou diretrizes básicas sobre a educação de alunos com deficiência nas escolas tradicionais para combater atitudes discriminatórias, visando uma sociedade mais inclusiva.

De acordo com a Declaração de Salamanca, o princípio fundamental da educação inclusiva é de que todos os alunos possam aprender juntos, independentemente de suas dificuldades e/ou diferenças. Por outro lado, tendo em vista a grande diversidade de PcD, essa é uma tarefa extremamente complexa, a qual exige uma nova postura tanto da gestão escolar quanto dos professores na busca de novos caminhos pedagógicos ([DAVID *et al.*, 2015](#)).

No Brasil, a atenção dada às minorias vem crescendo progressivamente nas últimas décadas, com o intuito de reduzir a exclusão social e proporcionar maior qualidade de vida. Em 2007, com o advento da “Convenção dos Direitos das Pessoas com Deficiência”, os países signatários assumiram compromissos formais visando a educação inclusiva ([DAVID *et al.*](#),

2015; QUADROS, 2019). Como resultado, o Decreto nº 6.949/2009 (Artigo 24 – Educação) foi estabelecido como uma referência para a criação de novas políticas públicas nesse contexto, as quais vêm adotando medidas para que:

- (a) As PcD não sejam excluídas do sistema educacional geral sob alegação de deficiência e que as crianças com deficiência não sejam excluídas do ensino primário gratuito e compulsório ou do ensino secundário, sob alegação de deficiência;
- (b) As PcD possam ter acesso ao ensino primário inclusivo, de qualidade e gratuito, e ao ensino secundário, em igualdade de condições com as demais pessoas na comunidade em que vivem;
- (c) Adaptações razoáveis de acordo com as necessidades individuais sejam providenciadas;
- (d) As PcD recebam o apoio necessário, no âmbito do sistema educacional geral, com vistas a facilitar sua efetiva educação;
- (e) Medidas de apoio individualizadas e efetivas sejam adotadas em ambientes que maximizem o desenvolvimento acadêmico e social, de acordo com a meta de inclusão plena.

Em especial, a inclusão escolar foi formalizada no Brasil em 2008 por meio da “Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva Inclusiva”. Posteriormente, com a Lei Brasileira de Inclusão (LBI) em 2015, a conciliação da legislação nacional com a última “Convenção dos Direitos das Pessoas com Deficiência” (2011) estabeleceu legalmente as condições de implementação do sistema educacional inclusivo em todos os níveis e modalidades (RODRIGUES; PASQUALI; PISANESCHI, 2019).

Por outro lado, o paradigma inclusivo, amparado pelas políticas nacionais, demonstrou a necessidade de uma profunda reestruturação do sistema educacional brasileiro. Essa reestruturação, que se propõe a atender a diversidade de seus alunos da melhor maneira possível, culminou em projetos que propõem uma escola para todos (ALMEIDA, 2015). No que se refere à inclusão de pessoas com surdez, pode-se afirmar que há uma tensão explícita entre aqueles que defendem a presença dos alunos surdos em escolas/classes tradicionais e aqueles que lutam pela educação em instituições bilíngues (ALMEIDA, 2015; QUADROS, 2019). Ambos os lados têm seus argumentos, mas existe um consenso na literatura atual em prol da educação bilíngue, pois por meio dela os surdos podem experienciar mais interações sociais e culturais.

Segundo Almeida (2015), é importante esclarecer que aqueles que defendem o fim da educação especial de surdos e sua inserção nas escolas tradicionais, sem concentrá-los numa mesma turma, argumentam que insistir na educação de surdos é retroceder na inclusão e discriminar negativamente esses alunos. Entretanto, desconsideram diversas questões, tais como as linguísticas e culturais, intrínsecas à educação de surdos, e, também, a grande heterogeneidade presente em meio às pessoas com surdez.

Quadros (2019) defende que, no caso específico dos surdos, “inclusão” deveria significar acesso à educação bilíngue, em que há agrupamentos de surdos, uso da língua de sinais, ensino da língua de sinais, ensino da língua portuguesa como segunda língua e a criação de um ambiente multilíngue e multicultural.

Quadros (2019) e Almeida (2015) concordam que os surdos clamam por inclusão em uma outra perspectiva. Nota-se que eles entendem a inclusão como garantia dos direitos de terem acesso à educação de fato, consolidada em princípios pedagógicos que estejam adequados aos surdos. Tais proposições ultrapassam as questões linguísticas, incluindo aspectos sociais, culturais, políticos e educacionais. Sendo assim, a educação bilíngue possui grande importância na concepção da educação inclusiva para surdos, pois trata a língua de sinais e a língua falada com o mesmo grau de importância no âmbito escolar. De acordo com Quadros (2019), os objetivos da educação bilíngue incluem os seguintes pontos:

- (a) Legitimar a experiência visual;
- (b) Assegurar o desenvolvimento socio-emocional íntegro das crianças a partir da identificação com surdos adultos (encontro surdo-surdo);
- (c) Criar um ambiente linguístico-social apropriado às formas particulares de processamento cognitivo e linguístico das crianças surdas;
- (d) Garantir as possibilidades para que as crianças surdas construam uma teoria de mundo;
- (e) Oportunizar o acesso à informação curricular e cultural.

Nesse contexto, Quadros (2019) discorre que sobre duas abordagens relevantes no âmbito da educação bilíngue com Libras, as quais, idealmente, devem coexistir em uma sala de aula inclusiva. Dessa forma, surdos e ouvintes interagem naturalmente, tendo em vista as suas respectivas línguas principal (L1) e secundária (L2):

- **Ensino de Libras como L1:** primeiramente, a carga horária para o ensino de Libras deve ser equivalente à carga horária da segunda língua (Português). Isso já integra a reestruturação da arquitetura escolar, pois as línguas passam a ocupar parte da carga horária de ensino de forma mais equivalente. Com isso, o aluno surdo será educado com ênfase na Libras, língua com a qual pode não ter tido contato prévio, geralmente porque ela não é a língua de convívio da maioria de seus familiares, o que caracteriza um desafio pedagógico adicional;
- **Ensino de Libras como L2:** para alunos ouvintes, familiares e demais pessoas envolvidas na comunidade escolar é um dos pilares da educação bilíngue, especialmente nas escolas inclusivas. Considerando um currículo no qual a Libras e a língua portuguesa compartilhem uma carga horária equivalente, os alunos ouvintes contarão com o ensino da Libras como segunda língua. A equivalência entre Libras e Língua portuguesa na distribuição da carga horária escolar é muito importante, pois legitima as duas línguas no espaço escolar ao lhes dar o mesmo status.

Por fim, [Quadros \(2019\)](#) sintetiza o histórico das políticas públicas para a educação bilíngue em uma sequência de acontecimentos fundamentais, muitos dos quais foram citados previamente. Para a autora, os seguintes eventos merecem destaque: (i) Lei “da Libras” nº 10.436/2002; (ii) Decreto nº 5.626/2005, (iii) Convenção dos Direitos das Pessoas com Deficiência (2007, 2011); (iv) Lei nº 13.005/2014 (que estabelece o Plano Nacional de Educação para o período de 2014-2024).

A educação inclusiva representa um avanço no modo de conceber a escolarização de PcD, indicando os suportes educacionais necessários para operacionalizá-la. Em especial, no contexto dos surdos, a educação bilíngue surge como uma forma de inclusão da Libras como uma alternativa e não uma exceção. Entretanto, ainda existem muitos desafios e problemas para uma hipotética democratização das línguas de sinais, os quais são discutidos a seguir.

2.2.3 Desafios e Problemas

Nesta seção alguns dos principais desafios das línguas de sinais e educação inclusiva são apresentados. Para isso, duas vertentes de discussão são delineadas: (i) Libras é língua de herança – regionalidades e risco de extinção das línguas de sinais nacionais e locais; (ii) Educação inclusiva para todos – alternativas para potencialização do ensino bilíngue em âmbito nacional.

[Quadros \(2019\)](#) discute as relações de pertencimento às comunidades surdas brasileiras e associa o termo “língua de herança” à Libras. Segundo [Quadros \(2017\)](#), a Libras é passada de geração em geração entre surdos de uma mesma comunidade (não necessariamente dentro do núcleo familiar). Além disso, é uma língua usada, principalmente, em grandes centros urbanos de um país que possui outra língua oficial, o Português, veiculado nos meios de comunicação, documentos oficiais, órgãos públicos etc. Sendo assim, a Libras é certamente uma língua de herança.

Nesse contexto, [Quadros \(2019\)](#) expande essa discussão ao classificar as línguas de sinais em: nacionais e locais. Segundo a autora, as línguas de sinais locais são usadas por surdos geralmente de pequenas comunidades situadas em espaços geográficos específicos dentro de um mesmo país. Por outro lado, nacionais são as línguas usadas por várias comunidades surdas de um país, apresentando abrangência nacional.

A Libras, por ser difundida em todo o território brasileiro, é considerada a língua de sinais nacional. Já as línguas de sinais locais, variam entre desligadas (isoladas), rurais e de vilas (incluindo as línguas de sinais indígenas, também locais e isoladas) ([QUADROS, 2017](#); [QUADROS, 2019](#)). Nesse sentido, a autora discorre sobre uma maior possibilidade de extinção das línguas de sinais locais, principalmente devido a maior disseminação da Libras que, com o tempo, poderia se consolidar por meio das novas gerações e interromper a “tradição” das línguas locais.

A extinção de uma língua de sinais traz consigo uma perda social e cultural imensuráveis. Nesse contexto, [Quadros \(2019\)](#) apresenta evidências de que a própria Libras está em risco, não obstante seu reconhecimento por meio de lei e as várias políticas públicas para sua valorização. Tal risco decorre da forma de transmissão da Libras, o fato de não ser transmitida de pai para filho – a maioria das crianças surdas nasce em famílias de ouvintes monolíngues – torna a língua suscetível a constantes reinvenções. As crianças surdas crescem sem uma língua estabelecida. Em alguns casos, na tentativa de se comunicarem, elaboram produções próprias que podem se tornar verdadeiras línguas emergentes. No entanto, muitas vezes, terão contato tardio com uma língua de sinais já estabelecida, como a Libras.

De forma complementar, [Quadros \(2019\)](#) alerta que existem políticas educacionais que inviabilizam a aquisição de linguagem por meio da Libras, quando não proporcionam o desenvolvimento da criança surda com seus pares (outras crianças surdas) e com referências de adultos surdos sinalizantes da Libras. Com isso, a criança surda só virá a ter contato com a Libras tardiamente, já com vários comprometimentos de ordem linguística e cognitiva. No período sem acesso à Libras, algumas crianças têm contato superficial com professores que sabem alguns sinais e, se tiverem sorte, com intérpretes de Libras. Nesse contexto, as crianças aprendem uma sinalização que não é propriamente uma língua, estabelecida a partir de modelos que apenas incorporam algo da Libras.

Portanto, é possível concluir que a Libras também está em risco, pois as crianças vão se tornar os adultos surdos de amanhã, e os adultos surdos sinalizantes da Libras irão morrer algum dia. O legado da Libras só será mantido se as crianças surdas tiverem contato com adultos surdos sinalizantes em Libras, pois a herança linguística é transmitida pela comunidade surda, não pelas famílias ([QUADROS, 2019](#)).

Por outro lado, ao pensar na educação inclusiva, um dos grandes desafios que se apresentam é o atendimento a todos os indivíduos, de forma igualitária, no que se refere aos direitos à educação, e que valorize a diversidade como elemento que possibilite, a todo e qualquer indivíduo, com ou sem deficiências, as ferramentas necessárias para o seu aprendizado ([ALMEIDA, 2015](#)).

[Almeida \(2015\)](#) afirma que os modelos de escolarização impostos aos surdos, na maioria das vezes, os desconsideraram em sua especificidade. Adicionalmente, o autor critica a atual aplicação de propostas inclusivas, ditas bilíngues, que “mantêm de forma velada a ideia de que o surdo precisa ser reabilitado e de que a Libras é apenas mais um recurso de acessibilidade”. Essa crítica é extremamente pertinente e traz à tona a diferença fundamental entre os termos acessibilidade e inclusão, no contexto dos surdos. Nesse sentido, [Quadros \(2019\)](#) discorre sobre esses conceitos, com o adendo do termo exclusão ([Tabela 6](#)).

Com base nas definições de [Quadros \(2019\)](#) e as discussões preestabelecidas neste trabalho, fica evidente que os surdos almejam a inclusão, além da acessibilidade, que fica implícita em um contexto inclusivo. Isso porque o fato de um ambiente ou solução ser acessível,

Tabela 6 – Glossário: Acessibilidade, Exclusão e Inclusão.

Acessibilidade	Tudo o que é acessível, ou seja, tudo o que as pessoas conseguem compreender, atender, aquilo de que conseguem participar efetivamente. No caso dos surdos, a acessibilidade começa pela língua de sinais, que os inclui na conversa, na interação, no espaço social. Há também outros aspectos a serem considerados para garantir a acessibilidade aos surdos. Um exemplo é o espaço, que precisa ser suficientemente iluminado para ser visto pelos surdos. Locais escuros os excluem. Sinais luminosos, em vez de sinais sonoros em espaços públicos e escolas são também outro exemplo de medidas que tornam o espaço acessível ao surdo.
Exclusão	Exclusão envolve a privação de alguém em participar de algumas atividades ou funções. No caso dos surdos, uma das formas mais contundentes de exclusão é o uso da língua falada. Os surdos não ouvem a língua falada, então são facilmente excluídos do que está sendo tratado. Para evitar a exclusão dos surdos em contextos em que se usa a fala como meio de comunicação, são contratados intérpretes de línguas de sinais, tornando assim o ambiente acessível.
Inclusão	Inclusão é um termo usado para se referir à inserção das pessoas com deficiência (em certos contextos, abrange quaisquer pessoas que apresentem marcas sociais diferenciadas, tais como negros, homossexuais, mulheres, todas consideradas relativas do ponto de vista de quem estabelece o que seria a norma) na sociedade. O termo é comumente usado para se referir à “educação inclusiva” (Subseção 2.2.2), na qual os surdos são incluídos, idealmente, por meio do bilinguismo.

Fonte: [Quadros \(2019\)](#).

não garante que o mesmo seja inclusivo. Por isso, é necessário refletir sobre estratégias e ferramentas que possam auxiliar na inclusão dos surdos, em especial no âmbito educacional. Tendo isso em mente, a seção seguinte fundamenta possíveis alternativas no conjuntura das tecnologias aplicadas à educação.

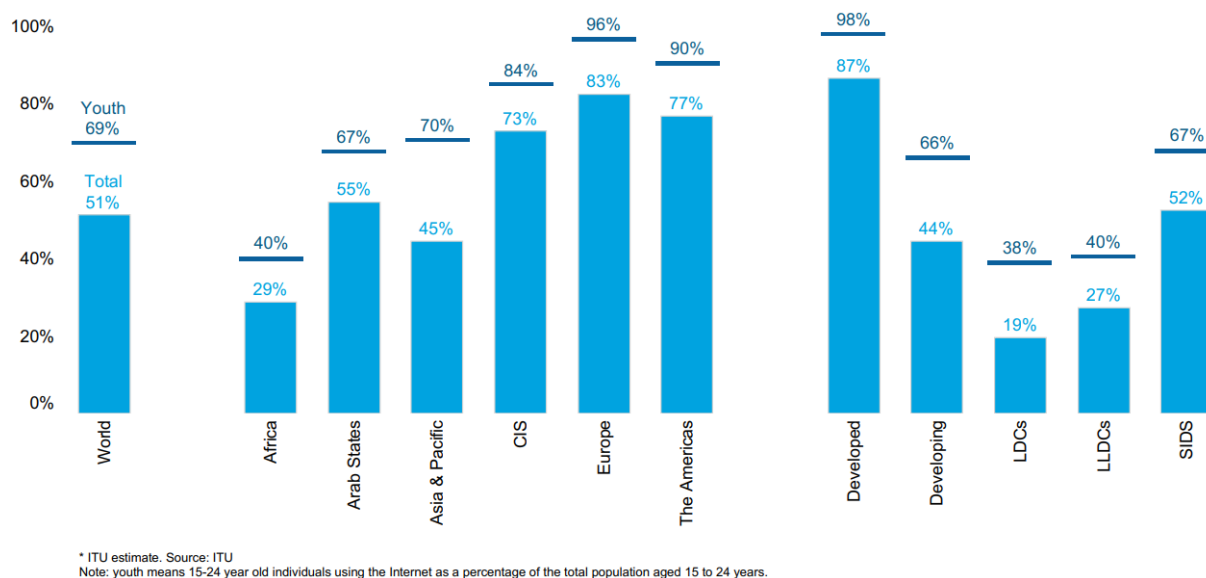
2.3 Tecnologia e Educação

A educação e a busca por conhecimento representam, especialmente no contexto das PcD, algumas das formas mais efetivas para a inclusão social dessas pessoas. Esse cenário, associado ao rápido crescimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), tem favorecido o surgimento de novas modalidades de ensino, proporcionando alternativas mais adequadas ao contexto dos aprendizes na atual sociedade ([KUKULSKA-HULME; TRAXLER, 2005](#); [CASTRILLO; MARTÍN-MONJE; BÁRCENA, 2014](#)).

Segundo a União Internacional de Telecomunicações (ITU – *International Telecommunication Union*), agência especializada nas TICs, pela primeira vez na história mais da metade da população mundial têm acesso à Internet, o equivalente a 4 bilhões de pessoas ([ITU, 2020](#)).

Cronologicamente, o acesso individual à rede subiu de 17% em 2005 para 51% em 2019, um aumento expressivo que demonstra uma forte tendência para um mundo amplamente conectado. De modo adicional, o ITU apresentou uma variação dessa estimativa considerando o público jovem (15 a 24 anos). Com isso, ficou evidente que esse grupo de pessoas é muito mais ativo com relação à Internet (Figura 5).

Figura 5 – ITU: Porcentagem de indivíduos que usam a Internet.



Fonte: ITU (2020)

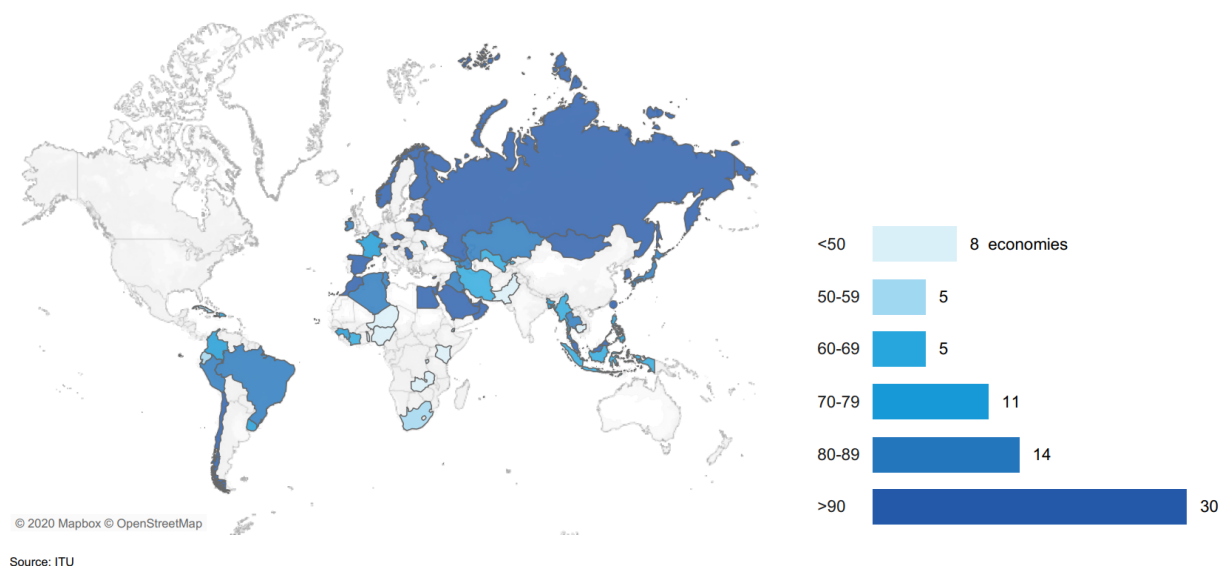
Vale ressaltar que as TICs não se limitam a soluções baseadas em Internet, muitas delas, inclusive, têm a capacidade de funcionar totalmente *offline*. Com isso, em cenários onde o acesso à rede ainda é escasso (como em zonas rurais), também é possível promover o uso das TICs. Nesse sentido, de acordo com o último relatório do ITU (2020), em apenas 8 das 73 economias analisadas menos da metade da população possui *smartphones* (Figura 6). No Brasil, por exemplo, estima-se que 80-89% das pessoas possui ao menos um dispositivo.

Sendo assim, é possível inferir que o desenvolvimento de aplicativos móveis seria uma abordagem efetiva no Brasil. Além disso, é sabido que o público jovem é mais ativo no uso da Internet (ITU, 2020), o que pode servir de insumo para requisitos e especificações técnicas de soluções. Portanto, tais fatos podem direcionar de forma assertiva o desenvolvimento de aplicações adequadas ao contexto de seus usuários, especialmente no domínio educacional.

2.3.1 Abordagens Pedagógicas

Cilli *et al.* (2017) relatam que a educação contou com vários tipos de abordagens nos últimos anos, as quais se mesclavam em alguns momentos e se distanciavam em outros, mas em cada uma delas foram utilizadas as tecnologias disponíveis de acordo com a forma pela qual se acreditava que ocorria o processo de ensino-aprendizagem.

Figura 6 – ITU: Porcentagem de indivíduos que possuem ao menos um *smartphone*.



Fonte: ITU (2020)

No Brasil, a partir dos estudos de Mizukami (1986), as abordagens Tradicional, Comportamentalista, Humanista, Sociocultural e Cognitivista foram idealizadas, tendo em vista as práticas educacionais nacionais. De forma complementar, as teorias da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) e Inteligências Múltiplas (GARDNER, 1995) também representam abordagens pedagógicas importantes no processo de ensino moderno. Nesse contexto, Cilli *et al.* (2017) sintetizam essas abordagens conceitualmente:

- **Tradicional:** Trata-se de uma prática educacional que persiste no tempo, em suas diferentes formas, na qual o adulto é considerado como um homem acabado, “pronto” e o aluno como um “adulto em miniatura”, que precisa ser atualizado (MIZUKAMI, 1986);
- **Comportamentalista:** Nessa abordagem o conhecimento é considerado uma nova descoberta para o aluno. Contudo, entende-se que esse novo conhecimento já está presente em sua realidade. Em outras palavras, o ser humano é uma consequência das influências ou forças existentes no meio ambiente e, dessa forma, surge a hipótese de que o homem não é um ser livre, pois depende do conhecimento que já existe fora dele para sobreviver. Portanto, o conhecimento é o resultado direto da experiência, e o comportamento humano deve ser estruturado indutivamente, via experiência (MIZUKAMI, 1986);
- **Humanista:** Essa abordagem enfatiza o papel do sujeito como principal elaborador do conhecimento humano. Propõe que o crescimento deve ser centrado no desenvolvimento da personalidade do indivíduo, na sua capacidade de atuar como uma pessoa integrada, uma vez que o homem é considerado como uma pessoa situada no mundo. Não existem modelos prontos nem regras a seguir, mas um processo de vir a ser. O objetivo do ser humano é a auto realização ou uso pleno de suas potencialidades e capacidades (MIZUKAMI, 1986);

- **Sociocultural:** A partir das obras de Paulo Freire, enfatiza-se os aspectos sócio-político-culturais, havendo uma grande preocupação com a cultura popular. Cabe enfatizar que essa preocupação ocorre desde a II Guerra Mundial com um aumento crescente até nossos dias, uma vez que o homem está inserido no contexto histórico, o que indica que a ação educativa deve promover o indivíduo como sendo único dentro da sociedade a qual pertence (MIZUKAMI, 1986);
- **Cognitivista:** Organização do conhecimento a qual ocorre por meio do processamento de informações, dos estilos de pensamento ou estilos cognitivos e dos comportamentos relativos à tomada de decisões, dentre outros. Nesse sentido, o homem e mundo são analisados conjuntamente, já que o conhecimento é o produto da interação entre eles (MIZUKAMI, 1986);
- **Teoria da Aprendizagem Significativa:** Processo pelo qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva na estrutura cognitiva do aluno. Em outras palavras, ela não ocorre de forma literal, não é armazenada na memória da mesma forma que o aluno ouviu ou leu a informação (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980);
- **Teoria das Inteligências Múltiplas:** Desenvolvida por Howard Gardner no início da década de 1980, na Universidade de Harvard, onde o autor é professor. Por meio dessa teoria foi possível identificar, de forma clara e objetiva, as necessidades atuais dos alunos em suas várias faixas etárias. Por isso, essa teoria é utilizada como embasamento na prática pedagógica de inúmeras escolas no mundo inteiro. De acordo com Gardner todos nós possuímos, pelo menos, nove tipos diferentes de inteligência, chamadas por ele de Inteligências Múltiplas. É importante observar que Inteligência diz respeito à forma como as pessoas resolvem problemas e interagem com a sociedade com a qual convivem (GARDNER, 1995):
 1. *Linguística ou verbal:* domínio e gosto pelos idiomas e pelas palavras. Ex: poetas, escritores e linguistas;
 2. *Lógico matemática:* capacidade de confrontar e avaliar objetos e abstrações. Facilidade para o raciocínio dedutivo e para solucionar problemas matemáticos. Ex: engenheiros, matemáticos, físicos;
 3. *Musical:* facilidade em reproduzir padrões musicais de ouvido além de discernir os diferentes timbres e ritmos. Ex: músicos, intérpretes, compositores;
 4. *Visoespacial:* capacidade de compreender o mundo visual com precisão e reproduzi-los mentalmente mesmo sem estímulos físicos. Ex: arquitetos, escultores, cartógrafos, jogadores de xadrez;
 5. *Corporal cinestésica:* capacidade de controlar e orquestrar movimentos do corpo. Ex: atores, esportistas, dançarinos;

6. *Intrapessoal*: capacidade de se conhecer. Ex: psicólogos, psicanalistas, neurologistas e conselheiro;

7. *Interpessoal*: habilidade de entender as interações, motivações e desejos dos outros. Ex: políticos, religiosos, professores;

8. *Naturalista*: sensibilidade para compreender e organizar os objetos, fenômenos e padrões da natureza, como reconhecer plantas, animais e minerais. Ex: geólogos, biólogos;

9. *Existencial*: capacidade de refletir e ponderar sobre questões fundamentais da existência. Ex: Jean-Paul Sartre, Papa Francisco, Dalai Lama.

Tendo em vista as abordagens em questão, [Cilli et al. \(2017\)](#) detalha cada um delas no contexto do uso da tecnologia como ferramenta de apoio ao processo de ensino e aprendizagem. Desta forma, a [Tabela 7](#) foi idealizada com o objetivo de sintetizar tais tecnologias, as quais nem sempre são citadas diretamente, pois o conceito de tecnologia pode ser relativizado dependendo da abordagem.

Com isso, foi possível obter uma visão geral das principais abordagens pedagógicas existentes. Entretanto, elas devem se adaptar em muitos aspectos, visando a educação inclusiva, como visto anteriormente. Nesse sentido, para que a tecnologia possa apoiar tais abordagens em um contexto inclusivo, a tecnologia assistiva é fundamental, pois potencializa o aprendizado de PcD. A seção a seguir trata desse tema em detalhes.

2.3.2 Tecnologia Assistiva

Segundo [Bersch \(2017\)](#), a Tecnologia Assistiva (TA) é um termo que identifica o conjunto de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de PcD e consequentemente promover independência e inclusão. Já [Cook e Polgar \(2015\)](#) a definem como uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para reduzir os problemas encontrados pelas PcD.

No Brasil, em 2006, foi instituído o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), estabelecido pelo Decreto nº 5.296/2004 no âmbito da Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República, com o objetivo de aperfeiçoar, dar transparência e legitimidade ao desenvolvimento da TA. No início, “Ajudas Técnicas” era um termo utilizado, mas atualmente foi descontinuado em detrimento da TA ([CAT, 2008](#)). De forma adicional, [CAT \(2008\)](#) define a TA como:

Uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de PcD, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social ([CAT, 2008](#)).

Tabela 7 – Tecnologias/Recursos das abordagens pedagógicas.

Abordagem	Recursos/Tecnologias
Tradicional	As tecnologias mais utilizadas são aquelas que permitem maior intensidade na concentração do aluno para que este possa memorizar a maior quantidade de informações possível. Por isso, os recursos de ensino mais utilizados são: livro, caderno, lousa, e as ações do professor enquanto transmissor de informações.
Comportamentalista	Recursos que permitem o uso de estímulo e resposta como o estudo dirigido e a instrução programada, cujos materiais já trazem as respostas dos exercícios e tentam prever possíveis questionamentos que os alunos possam fazer a respeito do que estão aprendendo , com base no comportamento dos mesmos.
Humanista	Qualquer tipo de recurso que facilite tanto o desenvolvimento racional como o emocional, e os brinquedos pedagógicos tem especial destaque nesse processo por serem capazes de simular situações de convívio com a família e com a sociedade em geral, permitindo assim com que o aluno se expresse e reconheça a importância da forma como essas expressões ocorrem, principalmente no que diz respeito a seu desenvolvimento emocional. Aqui estão presentes recursos como fantoches, roupas para teatro, livros interativos, histórias contadas via meios digitais.
Sociocultural	Recursos com os quais os alunos convivem no seu dia a dia, também podem ser considerados como recursos tecnológicos para a aprendizagem. Aqui podemos citar a televisão, vídeos, imagens de realidades a serem entendidas.
Cognitivista	Recursos tecnológicos como computadores, tablets e smartphones permitem com que os alunos participem de jogos digitais, pesquisas na Internet e construção de textos de forma colaborativa.
Teoria da Aprendizagem Significativa	Esta teoria nos inspira a refletir sobre a estrutura em que os diversos conteúdos são desenvolvidos para que posteriormente sejam disponibilizados em recursos tecnológicos , ou, então, de que forma o professor planejará as atividades para que todo o processo seja organizado de forma significativa e atenda aos objetivos propostos.
Teoria das Inteligências Múltiplas	Assim como a Teoria da Aprendizagem Significativa, nos estimula a analisar que tipo de conteúdo está sendo veiculado para a promoção do ensino e da aprendizagem. Contudo, no caso da Teoria das Inteligências Múltiplas, também podemos observar a qualidade das atividades que são propostas para garantir que os principais tipos de competências e habilidades realmente sejam contemplados no processo.

Fonte: Cilli *et al.* (2017).

Bersch (2017), por sua vez, vem contribuindo consistentemente na área da TA. Nesse sentido, a autora propõem a classificação do conceito de TA em algumas categorias. No contexto deste trabalho, a categoria destinada a “auxílios para melhorar a função auditiva e recursos utilizados para traduzir os conteúdos de áudio em imagens, texto e língua de sinais” merece destaque, pois envolve desde aparelhos para surdez até o uso de dispositivos móveis como soluções de TA.

Nesse cenário, é evidente que as TICs estão implicitamente relacionadas aos recursos de TA, pois são a base para muitas dessas soluções. Sendo assim, é possível inferir que essas tecnologias, quando aplicadas em um contexto de inclusão, podem derivar ferramentas poderosas de TA. Portanto, domínios complexos, como o da educação inclusiva, podem se beneficiar da ubiquidade das TICs e criar ambientes de ensino mais dinâmicos e adequados às necessidades de seus aprendizes.

Em especial, considerando a educação inclusiva para surdos, as TA são ferramentas importantes para que eles tenham alternativas em termos de acessibilidade e, idealmente, sejam incluídos em todos os sentidos. De acordo com Bersch (2017), no campo educacional, pode haver uma distinção sutil entre TA e tecnologia educacional. Para não haver dúvidas, a autora sugere que se façam três perguntas:

1. “O recurso está sendo utilizado por um aluno que enfrenta alguma barreira em função de sua deficiência (sensorial, motora ou intelectual) e este recurso/estratégia o auxilia na superação desta barreira?” (BERSCH, 2017);
2. “O recurso está apoiando o aluno na realização de uma tarefa e proporcionando a ele a participação autônoma no desafio educacional, visando sempre chegar ao objetivo educacional proposto?” (BERSCH, 2017);
3. “Sem este recurso o aluno estaria em desvantagem ou excluído de participação?” (BERSCH, 2017).

Tendo respostas afirmativas para as três questões, Bersch (2017) afirma que o recurso pode ser classificado como TA, mesmo quando ele se denomina como tecnologia educacional. Isso porque, de modo geral, toda a TA é uma tecnologia educacional, desde que esteja no domínio da educação. Com isso, é possível identificar de forma simples soluções/ferramentas sob a perspectiva teórica correta.

Nesta seção foi possível entender o conceito de TA e sua relação intrínseca com a educação inclusiva, pois a TA pode prover soluções robustas o suficiente para que sinalizantes e ouvintes possam interagir de forma mais legítima/inclusiva.

2.3.3 Desafios e Problemas

Um dos maiores desafios das TICs é atingir a onipresença em nível global, pois em países desenvolvidos essa etapa já está praticamente concluída, tendo em vista alguns parâmetros relevantes como o acesso à Internet e o uso de *smartphones*. Particularmente, países em desenvolvimento também apresentam um crescimento consistente no uso dessas tecnologias, sobretudo considerando o público jovem (ITU, 2020). Esse cenário, aliado à necessidade de democratizar a educação inclusiva/bilíngue para surdos, sugere uma linha de pesquisa interessante.

De forma complementar, as práticas pedagógicas também devem ser levadas em conta, pois fazem parte do processo ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, influenciarão a dinâmica social e cultural dos alunos. Por isso, propor soluções tecnológicas que sejam adaptáveis a diferentes contextos educacionais é um desafio evidente. Para isso, investigar formas de aumentar a sinergia entre educação inclusiva e TA pode contribuir significativamente nessa perspectiva.

Outro desafio relevante diz respeito aos padrões de desenvolvimento das soluções educacionais em questão. Nesse sentido, o uso de boas práticas que favoreçam o compartilhamento de recursos e informações é essencial. Para isso, técnicas de reúso da Engenharia de Software (ES) podem ser efetivas. Adicionalmente, iniciativas de educação aberta vêm ganhando força e introduziram o conceito de Recursos Educacionais Abertos (REAs), os quais promovem soluções de ensino e aprendizagem públicas, que podem representar um importante instrumento para a disseminação da educação inclusiva por meio das TICs.

Desde a concepção do conceito de REAs, a UNESCO ressaltou a importância das TICs no processo de compartilhamento e evolução dos recursos educacionais envolvidos. De acordo com a UNESCO (2002), os REAs representam “a disponibilização aberta de recursos educacionais, viabilizados pelas TICs, para consulta, uso e adaptação por uma comunidade de usuários sem fins comerciais”. Tal definição corrobora com as premissas da educação inclusiva por meio da TA, pois caracteriza as TICs como ferramentas essenciais no apoio à educação aberta, promovendo a mutualidade entre os recursos educacionais e seus respectivos usuários. Com isso, é possível ter um ambiente onde os REAs são evoluídos sistematicamente conforme as necessidades dos seus colaboradores (alunos, professores, pesquisadores, entre outros).

Sendo assim, é possível concluir que, para a criação de ambientes educacionais mais inclusivos, é necessário levar em consideração uma série de aspectos. Primeiramente, tratar as línguas de sinais com a mesma importância da língua falada, favorecendo a diversidade e a disseminação da cultura surda. Nesse contexto, o uso de TICs é importante para que as práticas pedagógicas sejam devidamente apoiadas por meio de recursos educacionais adequados, os quais, muitas vezes, se caracterizam como TA. Por fim, identificar o estado da prática, considerando o ensino e aprendizagem com línguas de sinais mediante o uso das TICs, tornou-se uma premissa para a continuidade deste trabalho. Assim, um estudo sistemático foi conduzido, o qual é descrito em detalhes no Capítulo 3.

2.4 Considerações Finais

Ao fim desta seção foi possível obter uma visão geral sobre os temas que fundamentam este trabalho. De modo geral, as línguas de sinais foram apresentadas, com ênfase na Libras e nas boas práticas da educação inclusiva identificadas na literatura. Além disso, é importante observar que a Libras, assim como qualquer outra língua, possui completude linguística e variações regionais/culturais, o que deve ser levado em conta para a inclusão efetiva dos surdos no contexto escolar, preferencialmente por meio da educação bilíngue (Libras/Português).

Em outra perspectiva, as TICs podem ser grandes aliadas para a desmistificação do processo de inclusão dos surdos. Isso porque essas tecnologias nunca estiveram tão presentes no nosso cotidiano, o que permite a reflexão sobre potenciais soluções de TA no contexto educacional, visando a sinergia e inclusão entre alunos sinalizantes e ouvintes.

Entretanto, essas são percepções iniciais, fundamentadas apenas com base nos conceitos apresentados nesta seção. Sendo assim, a seguir apresenta-se a condução de um Mapeamento Sistemático da Literatura, cujo objetivo é identificar o estado da prática com relação aos conceitos de: (i) línguas de sinais; (ii) ensino e aprendizagem; e (iii) tecnologias.

LÍNGUAS DE SINAIS, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

3.1 Considerações iniciais

A adoção de TICs como ferramentas de TA para a educação inclusiva se mostra uma iniciativa promissora para a criação de soluções mais robustas e sensíveis ao contexto de PcD. Sendo assim, identificar estudos que relacionem esses conceitos, no âmbito das línguas de sinais, se demonstrou fundamental para a análise e elaboração de uma proposta de projeto coerente, tendo em vista o estado da prática a respeito do uso da tecnologia para o ensino e aprendizagem por meio das línguas de sinais.

Nesse contexto, as seções a seguir apresentam todo processo de condução de um MS, que buscou contribuições que relacionam os conceitos de línguas de sinais, tecnologia e educação, considerando questões de pesquisa pertinentes aos objetivos deste trabalho. A [Seção 3.2](#) apresenta os detalhes sobre o protocolo, execução, extração de dados e resultados, já a [Seção 3.3](#) discute os principais estudos primários sob as perspectivas internacional e nacional. Por fim, a [Seção 3.4](#) discorre brevemente sobre algumas considerações finais.

3.2 Mapeamento Sistemático

Segundo [Kitchenham e Charters \(2007\)](#), existem duas abordagens principais para a condução de estudos sistemáticos de literatura. A primeira delas é a Revisão Sistemática (RS), definida como um estudo secundário que usa uma metodologia para identificar, analisar e interpretar todas as evidências relacionadas a uma questão de pesquisa com um escopo bem definido, de forma replicável e menos propensa a viés.

[Kitchenham e Charters \(2007\)](#) também definem um segundo tipo de estudo, denominado Mapeamento Sistemático (MS), que tem como objetivo apresentar as evidências de um domínio de estudo em um alto nível de granularidade, agrupando as evidências encontradas em áreas de similaridade e geralmente identificando linhas de pesquisa em ascensão e/ou áreas com contribuições científicas escassas.

Adicionalmente, [Petersen, Vakkalanka e Kuzniarz \(2015\)](#) mencionam que a técnica de MS é recomendada quando há a falta de estudos primários relevantes e de alta qualidade. O MS é recomendado, em detrimento de uma RS, quando o tópico for muito abrangente ou existam poucas evidências a serem coletadas em um domínio mais específico. Dessa forma, tendo em vista um escopo de pesquisa amplo (buscando a convergência entre três grandes áreas: tecnologia, educação e línguas de sinais), optou-se pela condução de um MS.

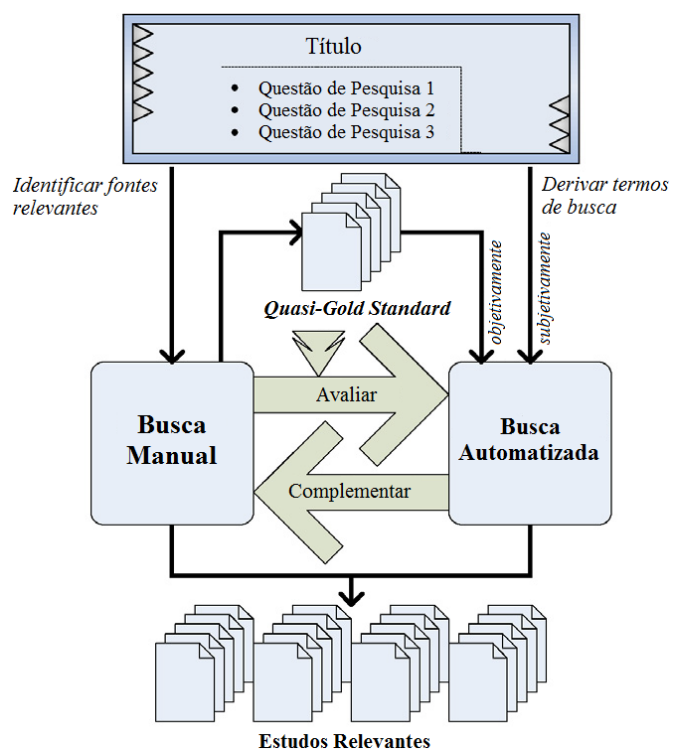
Para isso, algumas das principais diretrizes disponíveis na literatura foram utilizadas no desenvolvimento deste estudo. Especificamente, as diretrizes de [Kitchenham e Charters \(2007\)](#), [Zhang, Babar e Tell \(2011\)](#), [Petersen, Vakkalanka e Kuzniarz \(2015\)](#) foram consideradas na definição do protocolo de busca e processo de condução deste MS. Além disso, por meio da categorização, o MS pode fornecer um resumo visual e conciso sobre as temáticas/questões investigadas ([PETERSEN et al., 2008](#)).

Segundo [Nakagawa, Feitosa e Felizardo \(2010\)](#), o primeiro e mais importante passo para obter sucesso em um MS é planejá-lo corretamente. Desta forma, com base nas diretrizes citadas previamente, foi definido um protocolo que explorou estrategicamente cada uma das diretrizes ([KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; ZHANG; BABAR; TELL, 2011; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015](#)).

Nesse sentido, a abordagem proposta por [Zhang, Babar e Tell \(2011\)](#) tem maior destaque neste MS, pois nossa estratégia de busca e critérios de qualidade se basearam nas diretrizes propostas pelos autores. A [Figura 7](#) sintetiza a abordagem de pesquisa sistemática em questão, a qual foi adaptada para este estudo, visando aumentar o rigor do processo de pesquisa por meio do *Quasi-Gold Standard* (QGS) em conjunto com algumas das boas práticas propostas pelas diretrizes de [Kitchenham e Charters \(2007\)](#) e [Petersen, Vakkalanka e Kuzniarz \(2015\)](#).

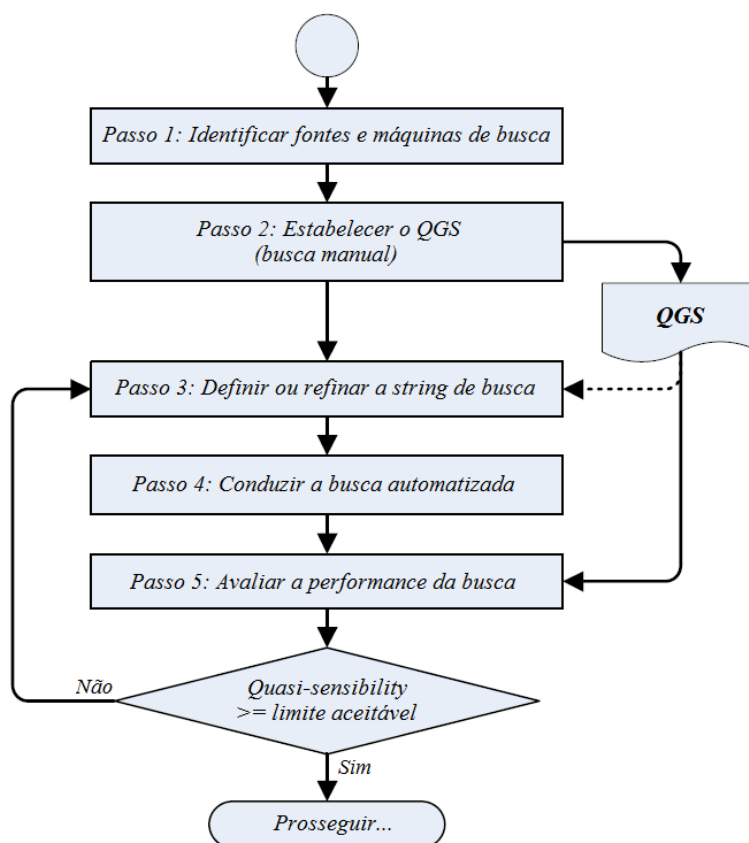
Considerando a [Figura 7](#) é possível interpretar, em alto nível, a dinâmica da abordagem de [Zhang, Babar e Tell \(2011\)](#). Primeiramente, as questões de pesquisa devem ser definidas, juntamente com seus respectivos critérios de seleção. Em seguida, as fontes para a busca manual e os termos para a busca automatizada são identificados/derivados. Com isso, o processo de busca manual define um conjunto de estudos primários relevantes, chamado de QGS. Através do QGS, a busca automatizada é avaliada e, se necessário, novas iterações podem ser realizadas (com o objetivo de refinar a busca automatizada) até que a qualidade seja considerada adequada pelo cálculo da *quasi-sensitivity* ([Figura 8](#)). Por fim, os estudos selecionados pela busca automatizada, juntamente com o QGS (definido na busca manual), são classificados como relevantes/primários possibilitando a extração dos dados com o objetivo de responder às questões de pesquisa.

Figura 7 – Busca sistemática baseada em QGS.



Fonte: Zhang, Babar e Tell (2011).

Figura 8 – Etapas busca sistemática baseada em QGS.



Fonte: Zhang, Babar e Tell (2011).

3.2.1 Definição do Escopo

As Questões de Pesquisa (QP) são essenciais para definir o escopo e identificar possíveis palavras-chave em um estudo sistemático de literatura (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015). Neste contexto, uma abordagem comumente usada se dá através da aplicação dos critérios de PICO. Segundo Petticrew e Roberts (2008), as QP podem ser estruturadas sob quatro aspectos: *Population* (População); *Intervention* (Intervenção); *Comparison* (Comparação); e *Outcome* (Resultados). Os critérios de PICO são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Critérios de PICO.

Population	Alunos/Aprendizes de línguas de sinais.
Intervention	Tecnologias relevantes para o ensino por meio das línguas de sinais.
Comparison	Não se aplica.
Outcome	Panorama tecnológico sobre o ensino baseado em línguas de sinais.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Por meio dos critérios definidos no PICO é possível identificar, de forma abstrata, o escopo do MS proposto. Sendo assim, o objetivo deste MS é determinar como a tecnologia está sendo aplicada no ensino e aprendizagem baseado em línguas de sinais, o que derivou as seguintes QP:

- **QP1:** Quais aspectos de desenvolvimento estão sendo utilizados na construção de aplicações para o ensino e aprendizagem por meio das línguas de sinais?
 - Quais são os tipos de soluções propostas (software ou hardware ou teóricas)?
 - Quais tecnologias foram usadas?
 - Quais métodos de avaliação foram aplicados?
- **QP2:** Quais tópicos educacionais são abordados?
- **QP3:** Quais línguas de sinais são abordadas?
 - Quais estudos abordam múltiplas línguas de sinais?

De acordo com Kitchenham e Charters (2007), um dos objetivos de um MS é realizar um levantamento de estudos relevantes para avaliar a quantidade de evidências existentes, visando responder as questões de pesquisa propostas. Segundo Felizardo *et al.* (2012), o processo precisa ser rigoroso e imparcial, além de envolver uma ampla cobertura de fontes de informação, como bancos de dados, periódicos e conferências. Além disso, para minimizar o viés e maximizar o número de estudos examinados, é necessária uma estratégia de busca bem definida.

3.2.2 Critérios de Seleção

Segundo [Kitchenham e Charters \(2007\)](#), [Petersen, Vakkalanka e Kuzniarz \(2015\)](#), os estudos sistemáticos requerem critérios explícitos de inclusão e exclusão para avaliar seus potenciais estudos primários. Assim, foram definidos os seguintes critérios de seleção:

Tabela 9 – Critérios de Inclusão (CI) e Exclusão (CE).

CI1	Os estudos apresentam contribuições (software ou hardware ou teóricas) para o ensino e a aprendizagem de línguas de sinais.
CE1	Estudos que não foram publicados no período de 2000 a 2019, seguindo um racional semelhante à Radermacher e Walia (2013) , Scatalon et al. (2019) , os quais sugerem que estudos anteriores a 2000 não representam as abordagens educacionais atuais, especialmente considerando o contexto de tecnologia.
CE2	Estudos classificados como resumos, resumos de conferências/editoriais, literatura cinza ou capítulos de livros.
CE3	Estudos não apresentados em inglês ou português.
CE4	Estudos não acessíveis em texto completo.
CE5	Estudos duplicados ou superficialmente complementares de outros estudos.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Ainda sobre os critérios de exclusão, alguns esclarecimentos são pertinentes. Primeiro, o inglês e o português foram escolhidos porque o primeiro é o idioma mais indexado pelos mecanismos de busca e o segundo é o idioma nativo dos autores. Além disso, se pretende obter uma visão geral das contribuições em português. Por fim, foram classificados como “estudos não acessível em texto completo” os trabalhos não cobertos por acesso institucional. Com isso, estudos pagos e/ou inacessíveis, foram desconsiderados.

3.2.3 Busca Manual

Para a etapa de busca manual, foram selecionadas fontes (periódicos e conferências) com ênfase em tecnologia e educação. Nesta etapa, o conjunto *title-abstract-keywords* foi utilizado para a avaliação dos estudos. De modo adicional, eventualmente outras seções foram lidas, visando uma classificação mais assertiva com base nos critérios de seleção propostos.

A [Tabela 10](#) apresenta as conferências e periódicos nacionais considerados durante a busca manual. Entretanto, os estudos obtidos dessas fontes foram desconsiderados na composição do QGS, pois a maioria das conferências/periódicos brasileiros não são indexados pelos mecanismos de busca internacionais e isso reduziria consideravelmente a eficácia da abordagem de busca sistemática baseada em QGS ([ZHANG; BABAR; TELL, 2011](#)). Todavia, os 46 estudos primários selecionados em fontes brasileiras foram devidamente considerados e discutidos nos resultados deste MS.

A [Tabela 11](#) apresenta as conferências e periódicos internacionais considerados durante a busca manual. Essa etapa resultou na seleção de 19 estudos primários, que representam o QGS

Tabela 10 – Busca manual nacional.

Conferências/Periódicos	Fonte	Selecionados
DesafIE	CEIE	-
JAIE	CEIE	-
RBIE	CEIE	2
RENTE	CINTED	13
SBIE	CEIE	13
WAVE2	CEIE	-
WCBIE	CEIE	11
WIE	CEIE	7
Total		46

Fonte: Elaborada pelo autor.

deste MS. Considerando as Bibliotecas/Editoras em questão, todas as fontes relevantes (com ao menos um estudo selecionado) podem ser obtidas pelas seguintes fontes: ACM (ACM Digital Library), IEEE (IEEE Xplore), Elsevier (ScienceDirect) e Springer (Springer Link). De acordo com [Zhang, Babar e Tell \(2011\)](#), é apropriado que essas mesmas bases de dados sejam utilizadas para executar a busca automatizada, gerando assim uma sinergia maior com o QGS.

Tabela 11 – Busca manual internacional (QGS).

Conferência/Periódico	Fonte	Selecionados (QGS)
ACM TOCE	ACM	0
Computers & Education	Elsevier	5
FIE	IEEE	0
HCI International	Springer	5
ICALT	IEEE	5
IEEE Trans. Educ.	IEEE	1
IEEE Trans. Learn. Technol.	IEEE	0
Informatics in Education	Vilnius University	0
ITiCSE	ACM	2
Learning @ Scale	ACM	0
SIGCSE	ACM	1
Total		19

Fonte: Elaborada pelo autor.

Por fim, em atenção à abordagem de busca sistemática baseada em QGS, se faz necessário esclarecer algumas definições. Primeiramente, o termo *Gold Standard* representa todos os estudos primários possíveis de uma questão de pesquisa, ou seja, algo difícil de se obter. Por outro lado, o QGS representa um subconjunto desses estudos, tornando-se uma alternativa mais viável ([ZHANG; BABAR; TELL, 2011](#)). Portanto, [Zhang, Babar e Tell \(2011\)](#) sugerem a criação do QGS a partir dos estudos selecionados pela busca manual ([Tabela 11](#)), com o objetivo de aferir a qualidade da busca automatizada. Para isso, a *quasi-sensitivity* foi utilizada, uma fórmula que avalia o desempenho dessa busca, que idealmente deve incluir a maior parte dos estudos do QGS.

A seguir é descrita a busca automatizada conduzida, tendo em vista as bases de dados e estudos relevantes (QGS) identificados mediante o processo de busca manual supracitado. Além disso, o processo de avaliação de performance da busca automatizada por meio da *quasi-sensitivity* é devidamente detalhado.

3.2.4 Busca Automatizada

Antes de realizar uma busca automatizada, é essencial definir os critérios para criação de uma string de busca. Nesse sentido, duas estratégias para identificação de palavras-chave foram utilizadas em conjunto: (i) análise do PICO e suas respectivas QP; (ii) importação da tripla *title-abstract-keywords* em um software de análise de frequência. Os resultados desse processo produziram a seguinte string de busca:

(learn **OR** learning **OR** teach **OR** teaching)
AND
 (“sign language” **OR** “signed language”)
AND
 (technology **OR** technologies)

Seguindo a proposta de Zhang, Babar e Tell (2011), foi realizada a busca automatizada nas quatro bases de dados identificadas como relevantes pela busca manual: ACM Digital Library¹, IEEE Xplore², ScienceDirect³, Springer Link⁴. A Tabela 12 resume os resultados da busca automatizada, onde a seleção dos estudos seguiu o mesmo racional apresentado na busca manual. Além disso, a busca automatizada retornou a maioria dos estudos selecionados pela busca manual (QGS), o que sugere uma boa sensibilidade da string de busca.

Tabela 12 – Resultados da busca automatizada.

Base de Dados	QGS	Busca Final		
		Recuperados	no QGS	Relevantes
ACM DigitalLibrary	3	922	3	47
IEEE Xplore	6	359	5	59
ScienceDirect	5	1,961	5	20
SpringerLink	5	4,980	5	36
Total	19	8,222	18	162

Fonte: Elaborada pelo autor.

Avaliação de Performance da Busca Automatizada

¹ <https://dl.acm.org>

² <https://ieeexplore.ieee.org>

³ <https://sciencedirect.com>

⁴ <https://link.springer.com>

Tabela 13 – Formulário de extração de dados.

Item	Descrição	QP
Informações Gerais		
ID	Identificador (prefixos <i>INT</i> ou <i>BRA</i>).	
Título	Título do estudo.	
Autores	Nomes dos autores.	
Ano	Ano de publicação do artigo.	
Conferência/Periódico	Nome do meio de publicação.	
Tipo de busca	Manual; Automatizada; Ambas.	
Língua	Inglês; Português.	
País	País da afiliação do primeiro autor.	
Informações Específicas		
Área da ES	Área de conhecimento da ES (SWEBOK).	QP1
Tipo de solução	Software; Hardware; Teórica.	QP1
Estratégia empírica	Quais estratégias empíricas foram encontradas.	QP1
Tópico educacional	Quais tópicos educacionais foram encontrados.	QP2
Línguas de sinais	Quais línguas de sinais foram encontradas.	QP3
Fonte: Elaborada pelo autor.		

Os estudos primários oriundos de eventos *Internacionais* (139 publicações selecionados por meio da abordagem de busca sistemática baseada em QGS); e *Brasileiros* (46 publicações selecionadas por meio da busca manual nacional), foram devidamente identificados pelos prefixos *INT* e *BRA*. Assim, um total de 185 estudos primários foram identificados pelo MS, os quais são apresentados e discutidos nas seções a seguir.

3.2.6 Resultados

Considerando os 185 estudos primários selecionados pelo MS, as informações mais relevantes para as QP foram sintetizadas seguindo a estrutura do formulário de extração de dados. Assim, nesta seção cada questão de pesquisa é abordada individualmente, evidenciando suas respectivas constatações. Antes disso, com base na análise de informações essenciais dos estudos, alguns cenários adicionais interessantes foram identificados. Com isso, foi possível estender os resultados deste MS por meio de informações transcendem as QP apresentadas.

Primeiramente, considerando a quantidade de publicações por ano, uma linha de tendência linear crescente foi identificada ([Figura 10](#)). Portanto, é estatisticamente possível que este domínio de pesquisa esteja em ascensão globalmente. Além disso, o número reduzido de publicações anteriores a 2010 (menos de 16%) pode ser considerado para a definição de critérios de exclusão mais rigorosos em uma replicação ou atualização deste MS.

Outro dado relevante diz respeito às fontes das publicações, que também podem compor o racional das buscas manuais em possíveis estudos futuros. A [Tabela 14](#) apresenta os principais locais de publicação, considerando todos os estudos primários deste MS, os quais estão ordenados

Figura 10 – Linha de tendência linear (R^2) de publicações internacionais por ano.

Fonte: Elaborada pelo autor.

pela quantidade de estudos selecionados. No contexto internacional, a presença de conferências e periódicos definidos na busca manual (em destaque na tabela) sugere uma execução efetiva dessa fase considerando o protocolo de busca adotado.

Tabela 14 – Conferências/Periódicos mais relevantes.

Internacionais (INT)			Nacionais (BRA)		
Nome	Fonte	Estudos	Nome	Fonte	Estudos
<i>HCI International</i>	<i>Springer</i>	12	RENOTE	CINTED	13
ICCHP	Springer	8	SBIE	CEIE	13
<i>ICALT</i>	<i>IEEE</i>	6	WCBIE	CEIE	11
ASSETS	ACM	6	WIE	CEIE	7
<i>Computers & Education</i>	<i>Elsevier</i>	5	RBIE	CEIE	2
Procedia Computer Science	Elsevier	5	-	-	-
Outros	-	97	-	-	-
Total		139	Total		46

Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, foi analisada a distribuição dos estudos primários internacionais por país de origem. Nesse contexto, identificou-se uma grande quantidade de publicações relevantes nos Estados Unidos e Brasil, com 22 e 21 artigos respectivamente, que juntos representam 31% dos estudos primários deste MS. Com isso, mesmo desconsiderando os estudos selecionados pela busca manual nas fontes nacionais, o Brasil destacou-se internacionalmente na publicação de

trabalhos que investigam o uso da tecnologia para o ensino e aprendizagem por meio das línguas de sinais.

A seguir são discutidos os principais resultados deste trabalho, de modo a responder cada QP definida no escopo do MS. Adicionalmente, com o objetivo de organizar os estudos primários, eles foram classificados com relação à sua origem: Internacional (*INT*)⁶ ou Nacional (*BRA*)⁷. Com isso, os resultados podem ser isolados, o que pode beneficiar o planejamento e condução de trabalhos futuros.

Soluções Tecnológicas (QP1)

A primeira questão de pesquisa têm como objetivo identificar as vertentes de desenvolvimento exploradas para a construção de soluções educacionais com apoio às línguas de sinais. Sendo assim, tendo em vista o aspecto multidisciplinar do desenvolvimento de software, optou-se pela classificação em áreas de conhecimento da ES. Para isso, as contribuições deste MS foram classificadas com base na estrutura *Software Engineering Body of Knowledge* (*SWEBOK*) (BOURQUE; FAIRLEY; SOCIETY, 2014; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015).

Sendo assim, foram consideradas as quinze áreas possíveis da ES do *SWEBOK*, das quais quatro foram investigadas pelos estudos primários deste MS. Essa concentração já era esperada, pois foi definido como objetivo identificar aspectos de desenvolvimento em um domínio específico, o que geralmente remete a áreas mais técnicas. A Tabela 15 apresenta as áreas da ES identificadas nesta pesquisa, considerando os 185 estudos primários (139 Internacionais e 46 Brasileiros).

Tabela 15 – Áreas da ES (*SWEBOK*).

Área da ES	<i>INT</i>		<i>BRA</i>	
	Estudos	%	Estudos	%
Construção de Software	65	47%	23	50%
Projeto de Software	47	34%	5	11%
Fundamentos da Engenharia	24	17%	9	19%
Qualidade de Software	3	2%	9	19%
Total	139	100%	46	100%

Fonte: Elaborada pelo autor.

- **Construção de Software:** estudos com ênfase no desenvolvimento de soluções, incluindo seus respectivos detalhes de construção. Além disso, podem apresentar definições secundárias de *design* e qualidade. Ainda, o projeto e implementação de APIs (*Application Programming Interfaces*) também são classificados nessa área;

⁶ Formulário de extração de dados – INT: <<https://bit.ly/SM-DataExtraction-INT>>

⁷ Formulário de extração de dados – BRA: <<https://bit.ly/SM-DataExtraction-BRA>>

- **Projeto de Software:** estudos que apresentam conceitos de análise e projeto aplicados a soluções tecnológicas. Abstrações como arquiteturas e *frameworks* também são comuns nessa vertente;
- **Fundamentos da Engenharia:** estudos com foco na avaliação empírica de suas soluções. Sendo assim, essa área possui relação direta com estudos de caso, *surveys* e experimentos.
- **Qualidade de Software:** estudos com avaliações e validações não formais, relacionadas a critérios de qualidade minimamente estruturados. Revisões e auditorias de garantia de qualidade também são conduzidas nessa área.

Considerando as áreas da ES, é evidente que a maioria dos estudos primários apresentem o “Projeto” e “Construção” de soluções para o ensino/aprendizagem por meio das línguas de sinais. Por outro lado, existe uma quantidade importante de estudos com ênfase em avaliações empíricas, o que mostra a importância das avaliações formais na ES. Esses estudos foram classificados na área “Fundamentos da Engenharia” (*INT8, INT9, INT11, INT12, INT17, INT22, INT30, INT31, INT32, INT33, INT38, INT39, INT40, INT43, INT45, INT77, INT83, INT84, INT91, INT93, INT98, INT113, INT130, INT131, BRA14, BRA17, BRA22, BRA27, BRA28, BRA35, BRA37, BRA40, BRA46*).

É importante observar, ainda, que muitos outros artigos apresentavam avaliações empíricas, mas foram classificados em outras áreas da ES, semanticamente mais adequadas a suas respectivas contribuições primárias. Nesse cenário, 47.5% dos estudos primários do MS apresentaram algum tipo de avaliação empírica – *survey*, estudo de caso ou experimento ([WOHLIN et al., 2012](#)). Por outro lado, considerando a busca manual nacional, essa porcentagem foi ligeiramente superior, com um total de 52.1%. Assim, é possível aferir que aproximadamente a metade dos estudos primários identificados possuem algum tipo de avaliação formal.

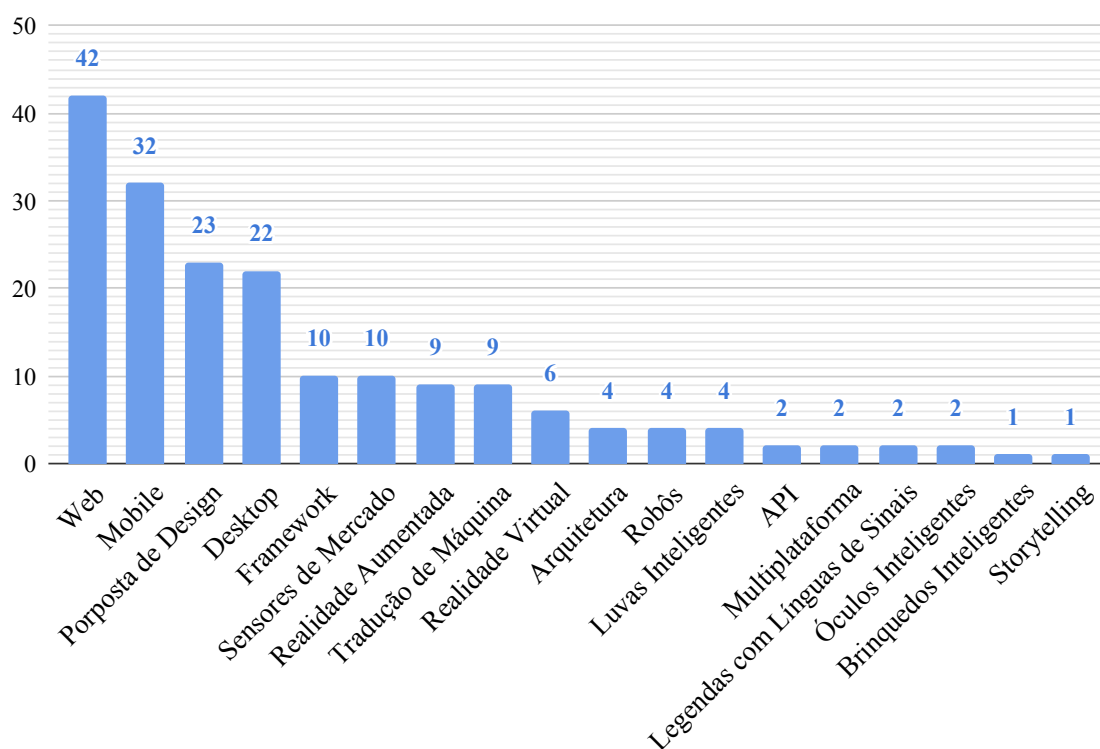
No entanto, existe um número inferior de estudos com ênfase em avaliações não empíricas, cujo principal objetivo geralmente é conduzir validações menos estruturadas em um determinado domínio de aplicação. Tais estudos foram classificados como “Qualidade de Software”. Nesse sentido, o MS retornou um número baixo de estudos com esta contribuição primária, cerca de 2% (*INT59, INT76, INT117*). Já a busca manual nacional obteve aproximadamente 19% de seus estudos nesta categoria (*BRA6, BRA7, BRA8, BRA9, BRA10, BRA11, BRA16, BRA18, BRA26*).

De modo geral, as contribuições dos estudos primários foram classificadas em software, hardware ou teórica. Com isso, este trabalho identificou que 69.8% de seus estudos têm ênfase em software, 11.3% em hardware (*INT11, INT12, INT19, INT43, INT58, INT61, INT65, INT67, INT71, INT88, INT97, INT102, INT105, INT108, INT125, INT133, INT137, INT138, BRA1, BRA14, BRA26*) e 18.9% são contribuições teóricas (*INT2, INT32, INT37, INT39, INT44, INT57, INT59, INT60, INT63, INT79, INT80, INT84, INT85, INT91, INT95, INT103, INT131, INT134,*

INT135, BRA6, BRA7, BRA8, BRA9, BRA10, BRA11, BRA13, BRA16, BRA17, BRA18, BRA22, BRA27, BRA28, BRA35, BRA37, BRA38).

Desta forma, é possível concluir que a maioria das soluções tecnológicas para ensino e aprendizagem por meio de línguas de sinais vêm se baseando em software. Na [Figura 11](#) os estudos foram categorizados por seus respectivos tipos de solução. De acordo com a figura, observa-se a dominância de algumas plataformas de desenvolvimento de software: Web, Mobile e *Desktop*. Juntas, essas plataformas equivalem a 52% dos estudos primários. Também foram identificadas duas soluções que são claramente multiplataforma (*INT70, INT116*). Essa pequena fração de contribuições pode denotar uma lacuna relevante em termos de usabilidade, já que a falta de uma experiência unificada pode prejudicar e/ou limitar a experiência dos usuários.

Figura 11 – Publicações por tipo de solução.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Sob outra perspectiva, diversas propostas de *design* foram identificadas (*INT2, INT26, INT27, INT32, INT38, INT39, INT40, INT44, INT79, INT80, INT84, INT85, INT87, INT95, INT130, INT131, INT134, BRA13, BRA17, BRA30, BRA32, BRA37, BRA38*), mostrando que os potenciais projetos vêm sendo avaliados pela comunidade científica antes de sua efetiva implementação.

Propostas relacionadas à tradução de máquina e legendas de línguas de sinais foram classificadas individualmente (*INT5, INT10, INT17, INT20, INT21, INT47, INT54, INT82, INT86,*

INT121, INT129). Com isso, foi possível obter uma visão mais técnica sobre a complexidade e os desafios encontrados nesse tipo de solução, geralmente investigadas por meio de abordagens de Inteligência Artificial (IA). Nessas vertentes, não foram identificados artigos na busca manual nacional, porém três publicações do MS aplicam tais técnicas no contexto da Libras (INT17, INT20, INT47).

Uma quantidade significativa de estudos têm ênfase em sensores de mercado (INT19, INT43, INT58, INT61, INT97, INT105, INT108, INT138, INT123, BRA1), sendo os sensores Kinect⁸, Leap Motion⁹ e Myo Armband¹⁰ os mais utilizados, nesta ordem. Isso evidencia que existem iniciativas na indústria que viabilizam o desenvolvimento de soluções para o reconhecimento de línguas de sinais por meio de hardware padronizados, comumente munidos de um Kit de Desenvolvimento de Software (SDK – *Software Development Kit*).

Por fim, os estudos primários demonstram que algumas técnicas e tecnologias vêm ganhando notoriedade. Nesse sentido, merece destaque o uso dos conceitos de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) em diversas soluções (INT34, INT46, INT69, INT77, INT96, INT106, INT124, INT135, BRA25, BRA29, BRA31). Além disso, algumas API, *frameworks* e arquiteturas de software foram propostas (INT49, INT63, INT64, INT68, INT74, INT75, INT78, INT103, BRA22, BRA27, BRA28, BRA35, BRA44, BRA45), mostrando que existem iniciativas para a criação de soluções mais genéricas e estruturadas nesse domínio.

Tópicos Educacionais (QP2)

A segunda QP identifica os tópicos educacionais das publicações, com o objetivo de entender melhor o público-alvo das soluções propostas. Para isso, foram extraídos os temas relacionados ao ensino e aprendizagem tendo em vista os estudos relevantes deste trabalho. A Tabela 16 sintetiza os tópicos educacionais identificados neste MS.

Cerca de 42.2% dos estudos investigam o ensino de línguas de sinais, evidenciando que existem muitos desafios sendo investigados pela comunidade científica. Por outro lado, cerca de 31.3% são estudos aplicados à educação, independentemente de um tópico; geralmente são soluções mais flexíveis e com uma capacidade disruptiva maior. Os outros 26.5% estão distribuídos entre outros tópicos de ensino, nos quais destacam-se as línguas de sinais escritas, predominantemente baseadas em *SignWriting*¹¹ (INT9, INT25, INT26, INT27, INT28, INT29, INT30, INT31, INT64, INT68, BRA3, BRA19, BRA20). O *SignWriting* é um sistema de escrita que usa símbolos visuais para representar as formas das mãos, movimentos e expressões faciais das línguas de sinais. Por meio dele é possível escrever qualquer sinal, independentemente da língua de sinais, sendo possível considerá-lo como um sistema de escrita universal. Entretanto, é preciso estudar seu alcance mundial e avaliar sua viabilidade prática.

⁸ <https://developer.microsoft.com/pt-br/windows/kinect>

⁹ <https://developer.leapmotion.com>

¹⁰ <https://developerblog.myo.com>

¹¹ <http://signwriting.org>

Tabela 16 – Tópicos Educacionais.

Tópico Educacional	INT		BRA	
	Estudos	%	Estudos	%
Línguas de Sinais	59	42.4%	19	41.3%
Geral	48	34.5%	10	21.7%
Língua de Sinais Escrita	10	7.2%	3	4.3%
Matemática	7	5.0%	-	-
Alfabeto	6	4.3%	1	2.2%
Ciência da Computação	4	2.9%	4	8.7%
Língua Nativa do País	2	1.4%	9	19.6%
Princípios Islâmicos	1	0.7%	-	-
Ciências	1	0.7%	-	-
Aprendizagem Baseada no Trabalho	1	0.7%	-	-
Total	139	100 %	46	100 %

Fonte: Elaborada pelo autor.

Outra constatação interessante se dá pelo grande volume de estudos relacionados ao tópico de ensino e aprendizagem da língua nativa do país em que os usuários das línguas de sinais vivem (*INT62, INT87, BRA5, BRA13, BRA15, BRA17, BRA21, BRA25, BRA26, BRA40, BRA41*). Particularmente, os trabalhos brasileiros se destacaram pelos esforços para o letramento bilíngue Português/Libras, evidenciando a busca pela educação inclusiva.

Ademais, identificou-se o público-alvo dos estudos, com a intenção de complementar a resposta desta RQ. Assim, a maioria (aproximadamente 91.9%) têm relação direta somente com usuários surdos. Isso evidencia que existem muitas iniciativas para inclusão da comunidade surda, nos mais diferentes contextos. Em contrapartida, apenas 8.1% dos estudos têm um público-alvo mais abrangente, mas nem todos eles possuem iniciativa bilíngue.

Em particular, alguns desses estudos apresentam soluções que abrangem PcD intelectuais ou sensoriais adicionais (*INT35, INT56, INT122, INT138*), enquanto outros investigam formas de reduzir as barreiras entre usuários e não usuários das línguas de sinais (*BRA2, BRA7, BRA8, BRA10, BRA11, BRA12, BRA16, BRA18, BRA22, BRA27, BRA35*). Por conta disso, tais estudos tendem a investigar as línguas de sinais de maneira secundária, mas como uma ferramenta essencial de ensino e inclusão social.

Línguas de Sinais (QP3)

A última QP diz respeito ao uso das línguas de sinais no domínio educacional apoiadas pela tecnologia. Primeiramente foram identificadas as línguas de sinais mais pesquisadas pelos estudos primários, conforme a [Tabela 17](#). Novamente, EUA e Brasil estão no topo, com a *American Sign Language* (ASL) e Libras. Essa é uma conclusão esperada, tendo em vista a distribuição dos estudos por país apresentada previamente.

Analisando o histórico de publicações, a ASL apresentou contribuições relevantes desde

Tabela 17 – Línguas de Sinais.

Língua de Sinais	INT		BRA	
	Estudos	%	Estudo	%
ASL	21	15.11%	-	-
Libras	16	11.51%	44	95.65%
Geral	15	10.79%	-	-
SignWriting	10	7.19%	2	4.35%
ArSL	10	7.19%	-	-
PSL	6	4.32%	-	-
BSL	6	4.32%	-	-
MySL	6	4.32%	-	-
ISL	5	3.60%	-	-
Outras	44	31.65%	-	-
Total	139	100%	46	100%

Fonte: Elaborada pelo autor.

2004 (*INT4, INT5, INT6, INT7, INT8, INT32, INT33, INT37, INT38, INT40, INT41, INT48, INT65, INT67, INT76, INT84, INT88, INT126, INT130, INT131, INT133*). Por outro lado, a Libras possui apenas seis estudos anteriores a 2010 (*INT127, BRA3, BRA15, BRA26, BRA41, BRA42*), 10% de um total de 60 estudos relevantes em Libras. Isso sugere um aumento expressivo nas publicações relacionadas à língua brasileira de sinais, em especial nos últimos dez anos. Sendo assim, o baixo índice de estudos relevantes anteriores a 2010 pode direcionar critérios de seleção em uma replicação ou estudo futuro.

Outras línguas de sinais merecem destaque, são elas: *Arabic Sign Language* (ArSL), *Portuguese Sign Language* (PSL), *British Sign Language* (BSL), *Malaysian Sign Language* (MySL) e *Indian Sign Language* (ISL). Nesse contexto, soluções baseadas na ArSL vêm crescendo consistentemente nos últimos anos (*INT1, INT10, INT13, INT14, INT15, INT16, INT21, INT58, INT66, INT136*).

Adicionalmente, alguns estudos foram classificados como “Geral” porque exploram o domínio de forma genérica/abstrata, mantendo a língua de sinais como um elemento secundário (*INT19, INT22, INT39, INT44, INT46, INT59, INT63, INT71, INT79, INT85, INT106, INT114, INT122, INT124, INT138*). Em particular, um estudo discorre sobre a possibilidade de unificação das línguas de sinais, a qual é sugerida por meio de uma proposta inicial baseada na tradução dos sinais (*INT79*).

A *SignWriting* aparece novamente em um número significativo de contribuições, mostrando que a língua de sinais escrita possui grande apelo científico (*INT9, INT25, INT26, INT27, INT28, INT29, INT30, INT31, INT64, INT68, BRA3, BRA20*). Outros três estudos investigam múltiplas línguas de sinais (*INT62, INT74, INT102*). Entretanto, nenhum deles apresenta uma solução genérica ou com alto nível de abstração para o desenvolvimento/compartilhamento de recursos em uma escala global.

3.3 Síntese dos Resultados

Tendo em vista o processo e resultados apresentados até aqui, o MS conduzido apresentou um protocolo consistente, respondeu às QP pré-estabelecidas e evidenciou áreas de estudo em potencial. Com isso, foi possível realizar a publicação de seus resultados de forma estendida em uma revista (FALVOJR *et al.*, 2020a).

De modo geral, é possível concluir que existem muitas pesquisas relevantes no que tange ao domínio investigado neste MS. Ainda assim, a maioria das soluções são construídas sem o objetivo de compartilhar seus recursos (educacionais ou tecnológicos), o que dificulta o acesso à informação e a criação de soluções colaborativas. Nesse contexto, técnicas da ES podem ser efetivas para o desenvolvimento de estruturas genéricas com o objetivo de compartilhar tais recursos publicamente, visando a derivação de aplicações mais padronizadas e robustas para o processo de ensino-aprendizagem por meio das línguas de sinais.

Tendo isso em vista, este projeto de doutorado pretende contribuir com o preenchimento de duas lacunas em particular: (i) a ausência de padrões de desenvolvimento de software que favoreçam o reúso de recursos educacionais e tecnológicos publicamente; e (ii) a carência de iniciativas com ênfase na educação bilíngue, a qual é fundamental para a inclusão social e desenvolvimento cultural dos surdos. Para isso, uma infraestrutura de apoio ao ensino e aprendizagem de línguas de sinais é proposta no [Capítulo 4](#).

Antes disso, as seções a seguir apresentam discussões sobre os resultados deste MS, considerando os principais estudos primários nas perspectivas internacional e nacional. Nesse sentido, a [Tabela 18](#) apresenta uma síntese para cada um desses estudos. Por meio dos quais, pretende-se também reiterar as lacunas supracitadas. Ademais, definições relevantes sobre o MS são retomadas, quando necessário, com o objetivo de contextualizar as análises e discussões em questão.

Tabela 18 – Síntese dos estudos primários discutidos.

Estudo	Tipo de Solução	Avatar	Síntese
BRA6	Mobile	Sim	Avaliação das soluções <i>Hand Talk</i> , <i>ProDeaf</i> e <i>Rybená</i> , com foco na acessibilidade linguística para crianças surdas.
BRA7	Mobile	Sim	Avaliação dos aplicativos <i>Hand Talk</i> e <i>ProDeaf</i> , com base na teoria da aprendizagem multimídia e em heurísticas de usabilidade.
BRA8	Mobile	Sim	Avaliação dos aplicativos <i>Hand Talk</i> e <i>ProDeaf</i> , considerando os desafios relacionados à desambiguação.
BRA10	Mobile	Sim	Avaliação dos aplicativos <i>Hand Talk</i> e <i>ProDeaf</i> , ponderando a incidência de traduções baseadas em datilografia.
BRA11	Mobile	Sim	Avaliação dos aplicativos <i>Hand Talk</i> e <i>ProDeaf</i> , sob a perspectiva de surdos e ouvintes no curso de formação continuada de professores.

<i>BRA12</i>	Web	Não	Plataforma educacional intitulada <i>SalaBil</i> , com ênfase na educação bilíngue (Português e LIBRAS).
<i>BRA16</i>	Mobile	Sim	Avaliação dos aplicativos <i>Hand Talk</i> e <i>ProDeaf</i> , considerando a análise de tradução automática Português-LIBRAS no contexto do edital do ENEM.
<i>BRA18</i>	Mobile	Sim	Avaliação dos aplicativos <i>Hand Talk</i> e <i>ProDeaf</i> , sob três perspectivas: multimidiática; multimodalidade; e quanto à socialização do sujeito surdo.
<i>BRA22</i>	Framework	Não	<i>Framework CAP 1.0</i> , que visa a criação e uso de arquiteturas pedagógicas.
<i>BRA23</i>	Desktop	Não	Jogo idealizado para instigar o pensamento lógico de crianças surdas através de noções iniciais de robótica, denominado <i>LibrasBot</i> .
<i>BRA31</i>	RA/RV	Não	O jogo <i>LibrAR</i> utiliza RA e RV para auxiliar no ensino do alfabeto e de algarismos numéricos em LIBRAS.
<i>BRA39</i>	Web	Não	Jogo <i>Gestus</i> , que tem por objetivo apresentar a Libras à crianças ouvintes, com idades entre 7 a 10 anos, de forma lúdica e humanizada.
<i>INT47</i>	Tradução de Máquina	Sim	Solução baseada em tradução de máquina com suporte a avatares 3D, além de apresentar formalmente a concepção de um corpus com suporte a LIBRAS.
<i>INT53</i>	Desktop	Não	Solução embarcada em DVD para o ensino da Língua de Sinais Australiana (Auslan) com possibilidade de configurações regionais.
<i>INT56</i>	API	Não	Apresenta a arquitetura BDC-API, que traduz o material didático digital de MOOCs para surdos e cegos.
<i>INT73</i>	Web	Não	<i>SignQuiz</i> , uma aplicação educacional Web para ensino da Língua de Sinais Indiana (ISL) através de uma técnica de reconhecimento automático de sinais.
<i>INT79</i>	Proposta de Design	Não	Proposta inicial de trabalho e metodologia que discorre sobre a criação de uma língua de sinais unificada, visando reduzir as barreiras sociais enfrentadas pelos surdos atualmente.
<i>INT86</i>	Legendas com Línguas de Sinais	Sim	Criação de legendas automáticas em línguas de sinais para recursos educacionais online, com o objetivo de torná-los acessíveis à comunidade de deficientes auditivos.
<i>INT88</i>	Óculos Inteligentes	Não	Uso do conceito de RA através de óculos inteligentes no apoio a pessoas com deficiência auditiva.
<i>INT109</i>	Desktop	Não	Jogo educacional para o aprendizado de operações matemáticas e números em LIBRAS, denominado <i>MatLIBRAS Racing</i> .

3.3.1 Cenário Internacional

Inicialmente, considerando o protocolo de busca para seleção internacional, algumas reflexões importantes relacionadas à condução deste MS foram identificadas. Primeiramente, a definição das bases para a busca manual foi conduzida cuidadosamente, isso porque os estudos selecionados nessa fase definiram o nosso principal critério de qualidade, o QGS. Nesse sentido, o apoio de especialistas foi essencial para a identificação de bases de dados relevantes, que tiveram sua importância aferida pela ocorrência representativa de estudos primários.

Posteriormente, durante a busca automatizada, concluiu-se que uma análise mais detalhada dos estudos do QGS pode ser extremamente efetiva na definição e refinamento da string de busca. Nesse contexto, a identificação de palavras chave e termos recorrentes fez com que os resultados incluíssem quase que totalmente os estudos do QGS, resultando em uma *quasi-sensitivity* elevada.

Por sua vez, a abordagem de busca sistemática baseada em QGS foi essencial para a condução de um MS mais estruturado e formal. Com isso, decisões sensíveis como a definição das máquinas de busca ou a qualidade da string de busca puderam ser tomadas seguindo a diretriz de [Zhang, Babar e Tell \(2011\)](#). Sendo assim, os estudos primários (de fontes internacionais) discutidos neste trabalho foram identificados seguindo critérios de seleção sistemática rigorosos. Nesse contexto, selecionamos alguns desses 139 estudos com contribuições interessantes para essa discussão.

A princípio, [Joy, Balakrishnan e Sreeraj \(2019\)](#) apresentaram um dos estudos mais completos desse MS, onde propõem uma ferramenta baseada em quiz para o aprendizado da Língua de Sinais Indiana (ISL). Inicialmente, os autores conduzem uma breve revisão de literatura, comparando a precisão da técnica proposta com outros métodos/aplicações. Em seguida eles propõem o *design* da solução, com ênfase no conceito de *Automatic Sign Language Recognition* (ASLR). Por fim, a implementação e avaliação empírica são apresentadas, detalhando a arquitetura e mensurando a efetividade da solução experimentalmente.

[Martino et al. \(2017\)](#) e [Mehta, Pai e Singh \(2019\)](#) propõem soluções de tradução de máquina baseadas em avatares 3D. Nesse sentido, considerando todos os 139 estudos primários obtidos em fontes internacionais, foi identificado que soluções baseadas em avatares (3D ou 2D) equivalem a 26,6% das contribuições selecionadas. Portanto, pode-se deduzir que avatares representam parte significativa do estado da prática na representação das línguas de sinais.

[Martino et al. \(2017\)](#) apresentam um sistema baseado em corpus, essa categoria de soluções constrói conhecimento computacional a partir de exemplos ou modelos estatísticos. Nesse caso, o corpus foi construído a partir de um livro de ciências para crianças. Por fim, os detalhes arquiteturais e resultados de uma avaliação preliminar também são apresentados.

[Mehta, Pai e Singh \(2019\)](#) propõem uma solução para a geração automatizada de legendas em línguas de sinais para vídeos. Nesse contexto, considerando o processo definido pelo sistema,

caso um conjunto de sinais não seja reconhecido, um intérprete de língua de sinais pode cadastrá-lo manualmente. Com isso, a base de dados é incrementalmente evoluída, aumentando assim a capacidade de tradução automática da solução interativamente.

Outro destaque são as soluções vestíveis, como luvas, óculos, relógios etc. Nesse âmbito, [Miller et al. \(2017\)](#) aplicaram o conceito de RA por meio de óculos inteligentes e, com isso, as PcD auditiva podem reunir todas as informações necessárias durante uma aula (instrutor, slides, intérprete de línguas de sinais ou legendas). Além disso, os autores conduziram um piloto e avaliaram a proposta experimentalmente.

Apenas um dos estudos primários explora explicitamente o conceito de API ([Escudeiro et al., 2018](#)). Esse conceito representa um conjunto de rotinas e padrões disponíveis por meio de uma interface, para que outras aplicações possam consumir os recursos compartilhados de um domínio. Por esse motivo, APIs podem proporcionar a integração entre sistemas que possuem arquiteturas distintas de maneira ágil e segura, algo extremamente necessário para o desenvolvimento de uma solução educacional mais flexível e global. Sendo assim, [Escudeiro et al. \(2018\)](#) propõem a *Blind/Deaf Communications API* (BDC-API), um *framework* que traduz o conteúdo educacional digital para surdos e cegos. Os autores também propõem um modelo educacional baseado em *Massive and Open Online Courses* (MOOCs) e apresentam detalhes do *design* da solução.

Muitos dos estudos selecionados exploram o conceito de gamificação, principalmente os destinados ao público infantil. Nesse sentido, [Pontes, Duarte e Pinheiro \(2018\)](#) apresentam o *design*, construção e avaliação empírica de um jogo educativo para ensinar números em Libras. Além disso, algo muito positivo é o fato do experimento em questão avaliar os recursos educacionais disponíveis no jogo.

Um estudo que chamou a atenção pela capacidade de adequação ao contexto de seus usuários foi o de [Ellis, Ray e Howard \(2011\)](#). Os autores apresentam uma solução *Desktop* relativamente simples, embarcada em DVD para o ensino da Língua de Sinais Australiana (Auslan). Entretanto, a aplicação possui uma funcionalidade interessante que possibilita a configuração da região do usuário. Isso é muito positivo e relevante porque em países com muita diversidade, é muito comum existirem variações regionais das línguas de sinais.

Por fim, [Kumar, Goudar e Desai \(2015\)](#) discorrem sobre a dificuldade dos usuários das línguas de sinais em se comunicar de maneira global. Nesse contexto, os autores apresentam uma proposta inicial de trabalho e metodologia. Entretanto, sua contribuição principal é teórica, com o objetivo de criar um meio para reflexão sobre a forma como as soluções atuais vêm sendo desenvolvidas. As quais, segundo os autores, na maioria das vezes são focadas em uma língua de sinais específica, inviabilizando assim iniciativas de educação inclusiva, por exemplo.

Em geral, uma diversidade relevante de soluções foi identificada neste MS. Por meio delas, foi identificado o uso massivo das TICs e de técnicas de Inteligência Artificial (IA),

principalmente nas subáreas das Redes Neurais, Visão Computacional e Aprendizado de Máquina. Desta forma, é possível concluir que nossas capacidades de hardware e software nunca foram tão elevadas, possibilitando a criação de aplicações cada vez mais robustas e eficientes. Por outro lado, não existem muitas propostas voltadas a estruturar computacionalmente soluções educacionais voltadas às línguas de sinais. Sendo assim, acredita-se que técnicas da ES podem ajudar na proposição de aplicações educacionais que possuam uma arquitetura genérica e colaborativa, visando soluções globais de ensino e aprendizagem baseadas em línguas de sinais. Tal possibilidade caracteriza um dos objetivos deste trabalho de doutorado.

Em tempo, um artigo completo foi elaborado para evidenciar as discussões com foco nos estudos internacionais (FALVOJR; SCATALON; BARBOSA, 2020). Com isso, foi possível descrever em alto nível o MS e dedicar a maior parte da artigo para a apresentação de resultados e análises dos 139 estudos primários em questão.

3.3.2 Cenário Nacional (Libras)

Considerando os estudos primários obtidos em âmbito nacional, 46 publicações foram selecionadas manualmente, as quais foram omitidas a priori por questões técnicas relacionadas ao QGS. Posteriormente, mediante a inclusão dessas contribuições para a extração dos resultados, foi possível obter uma visão estendida sobre o uso da tecnologia como ferramenta para o ensino-aprendizagem por meio da Libras. Desta forma, as discussões supracitadas foram ampliadas, com uma atenção especial à Libras, um dos principais objetos de interesse desta pesquisa.

Com base nos resultados apresentados, é possível concluir que a Libras, no domínio educacional, vem sendo consistentemente apoiada por soluções tecnológicas diversas. Estudos nos quais a Libras é a língua de sinais primária somam 44 publicações, das 46 obtidas por meio da busca manual nacional. Alguns desses estudos primários são discutidos a seguir com a intenção de enriquecer os resultados apresentados com as principais contribuições nacionais.

Soluções baseadas em avatares 3D/2D equivalem a 19,6% dos estudos primários nacionais, demonstrando que essa é uma tendência em âmbito nacional e internacional. Em particular, boa parte dos estudos investigou a efetividade desse tipo de solução, principalmente por meio da comparação entre aplicativos educacionais móveis (*BRA6*, *BRA7*, *BRA8*, *BRA10*, *BRA11*, *BRA16*, *BRA18*). Dentre os mais avaliados estão: *Hand Talk*¹²; *ProDeaf* (descontinuado, devido à fusão com o *Hand Talk*); *VLibras*¹³; e *Rybená*¹⁴. Considerando as evidências apresentadas, o *Hand Talk* se mostrou a frente dos concorrentes, saindo-se melhor na interpretação, tradução e eventuais desambiguações.

Em uma perspectiva mais ampla, Silva, Franco e Okuyama (2018) apresentam uma plataforma educacional intitulada *SalaBil*, com ênfase na educação bilíngue (Português e Libras).

¹² <<https://handtalk.me>>

¹³ <<https://vlibras.gov.br>>

¹⁴ <<https://portal.rybena.com.br/site-rybena>>

O principal objetivo da solução é auxiliar o professor na criação de materiais didáticos para uso com alunos surdos, a mesma é composta por uma área onde o tutor planeja e monta suas aulas e uma área onde o aluno realiza as atividades propostas, que podem ser: textos, imagens, jogos de memória, jogos de ligar e questionários. Os diferenciais da plataforma são um dicionário e o compartilhamento/reutilização dos recursos educacionais.

Vários estudos nacionais também investigam o conceito de gamificação em suas soluções, os quais têm como público alvo recorrente crianças surdas, geralmente em processo de alfabetização. Nesse sentido, (RESENDE *et al.*, 2019) descrevem um jogo desenvolvido para instigar o pensamento lógico, chamado *LibrasBot*, idealizado para ser um REA multidisciplinar. Por outro lado, Lopes, Silva e Reis (2018) apresentam o aplicativo *LibrAR* que implementa os conceitos de RA/RV para auxiliar no ensino das letras e números em Libras. Vale *et al.* (2018) apresentam o projeto e construção do jogo *Gestus*, que tem por objetivo ensinar Libras para crianças de forma lúdica.

Algumas publicações ainda contribuíram na vertente teórica por meio do conceito de Arquiteturas Pedagógicas (AP). Segundo Reinoso *et al.* (2017), uma AP pode ser definida pelo seguinte conjunto dos componentes: (i) objetivo de aprendizagem – o que aprender; (ii) atividades – o que fazer; (iii) método – como desenvolver as atividades; e (vi) recursos digitais – com quais ferramentas. Em outras palavras, são estruturas de aprendizagem compostas pela abordagem pedagógica, software, Internet, IA, Educação a Distância (EaD) e concepção de tempo e espaço (TAVARES; REINOSO; ALMEIDA, 2017).

De modo geral, as TICs também tiveram destaque nas soluções identificadas nacionalmente, as quais investigam inúmeras tecnologias no domínio da educação inclusiva. Além disso, também foram apresentadas técnicas pedagógicas e abordagens de desenvolvimento bastante interessantes. Por outro lado, poucos estudos contribuíram no sentido de disponibilizar um arcabouço público visando a construção canônica e colaborativa de soluções educacionais voltadas às línguas de sinais. Sendo assim, acredita-se que padrões de projeto e implementação possam apoiar a proposição de aplicações educacionais com uma arquitetura genérica, tendo em vista soluções mais flexíveis de ensino e aprendizagem para os surdos.

Por fim, a busca manual, utilizada para a seleção dos estudos primários no contexto nacional, também foi compilada em um artigo (FALVOJR *et al.*, 2020b). Para isso, o processo de busca foi detalhado e as 46 publicações tiveram seus resultados e discussões apresentados isoladamente, ou seja, desconsiderando aos estudos internacionais.

3.4 Considerações finais

Nesta seção, foi apresentada uma visão geral das pesquisas realizadas sobre o uso da tecnologia para o ensino e aprendizagem por meio das línguas de sinais. Um MS baseado no conceito de QGS foi conduzido, resultando em 139 estudos selecionados (FALVOJR; SCATA-

LON; BARBOSA, 2020). Adicionalmente, a busca manual nacional foi utilizada como uma extensão dos estudos primários do MS, incluindo mais 46 publicações (FALVOJR *et al.*, 2020b). Com isso, os artigos foram classificados de acordo com suas soluções tecnológicas, tópicos educacionais e línguas de sinais para responder as QP definidas.

Alguns dos principais estudos primários selecionados também foram discutidos, abordando temas como o nível de abstração e capacidade de escala global das soluções em âmbito nacional e internacional. Para mais detalhes, conforme citado nesta seção, o acesso a todos os estudos primários e seus respectivos dados extraídos estão disponíveis em uma planilha online, acessível pelo link: <<https://bit.ly/SM-DataExtraction>>.

Resumidamente, identificou-se que a maioria das soluções dizem respeito ao *design* e/ou construção de software. De forma adicional, metade dos estudos primários apresentam alguma avaliação empírica, o que evidencia a importância de abordagens formais nesse processo. Em aspectos técnicos, as soluções estão divididas entre as plataformas Web, Mobile e *Desktop*, mas alguns estudos enfatizam abordagens/tecnologias mais específicas como tradução de máquina, sensores, RA/RV, *frameworks*, arquiteturas entre outras.

Sobre os tópicos educacionais, existe uma grande incidência de soluções para o ensino de línguas de sinais, um resultado esperado considerando os termos utilizados na nossa string de busca. De forma complementar, uma língua de sinais escrita merece destaque, chamada *SignWriting*. Por meio dela é possível se comunicar independentemente da língua de sinais nacional, pois cada usuário interpretará o sinal em sua língua nativa. Tal característica viabiliza uma série de possibilidades para a criação de soluções de âmbito global. Entretanto, uma pesquisa mais aprofundada deve ser conduzida para uma discussão mais fundamentada.

Finalmente, considerando as línguas de sinais, identificou-se uma predominância da ASL e da Libras. Adicionalmente, muitas outras línguas de sinais foram mapeadas, inclusive a *SignWriting*. Além disso, alguns estudos tratam as línguas de sinais de forma genérica. Entretanto, nenhum deles apresentou uma implementação concreta visando a unificação ou coexistência das línguas de sinais, o que poderia derivar um interessante tópico de pesquisa.

O MS conduzido apresenta algumas ameaças à validade relevantes que devem ser ponderadas em possíveis trabalhos futuros, como replicações e/ou atualizações. Nesse sentido, os principais pontos de atenção identificados durante o processo descrito neste trabalho foram mapeados:

- É importante ressaltar que o autor deste trabalho realizou individualmente todas as etapas do MS, incluindo a seleção dos estudos (buscas manual e automatizada), leitura, classificação e extração de dados. Todavia, especialistas nos domínios de interesse também forneceram *feedback* contínuo sobre todas as etapas, com o objetivo de minimizar esse viés;

- Considerando o protocolo do MS, este estudo limitou o período de publicação dos trabalhos selecionados entre 2000 e 2019, pois acredita-se que contribuições anteriores não representariam as abordagens educacionais atuais (RADERMACHER; WALIA, 2013; SCATALON *et al.*, 2019). Não obstante, a pouca incidência de publicações nos anos iniciais desse período pode representar um critério de seleção coerente.
- O uso da abordagem de busca sistemática baseada em QGS (ZHANG; BABAR; TELL, 2011) não garante totalmente a qualidade dos estudos selecionados, tendo em vista a subjetividade relacionada ao processo de análise e seleção dos artigos. Entretanto, outras diretrizes consolidadas para a condução de estudos sistemáticos também foram utilizadas (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015), com o objetivo minimizar vieses nos resultados do MS.

Como trabalhos futuros, a partir do MS conduzido observou-se que poucos estudos contribuíram no sentido de disponibilizar um arcabouço público visando o desenvolvimento colaborativo de soluções educacionais voltadas às línguas de sinais. Nesse sentido, acredita-se que conceitos da ES podem reduzir a complexidade para a criação de aplicações educacionais por meio de uma abstração de software formal, tendo em vista soluções padronizadas de ensino e aprendizagem baseadas em línguas de sinais. Nesse contexto, a [Capítulo 4](#) apresenta a proposta de doutorado, essencialmente fundamentada nos resultados deste MS.

PROPOSTA DE TRABALHO

4.1 Caracterização da pesquisa

Atualmente, temas relacionados ao ensino e aprendizagem têm sido cada vez mais discutidos e estudados pela comunidade científica. Em especial, ambientes computacionais de aprendizagem têm apresentando uma crescente importância, desempenhando um papel fundamental em atividades de ensino e treinamento, sendo relevantes não apenas no âmbito acadêmico como também no que se refere à inclusão social/digital de pessoas com necessidades especiais no mundo todo (SVETLANA; YONGLK-YOON, 2009; BERSCH, 2017).

Em uma perspectiva relacionada, o advento da tecnologia vem impactando positivamente as dinâmicas de ensino e aprendizagem. Particularmente, a união entre as TICs e práticas pedagógicas modernas tem proporcionado ambientes educacionais mais dinâmicos e inclusivos (CILLI *et al.*, 2017). Nesse contexto, este trabalho tem como principal objetivo propor uma infraestrutura que auxilie na criação de aplicações educacionais inclusivas com apoio a línguas de sinais e educação bilíngue.

Para isso, refletir sobre os estudos primários obtidos no MS deste trabalho foi fundamental. De modo geral, a maioria das soluções identificadas conduziu a fase de desenvolvimento do software sem seguir padrões/técnicas de reuso da ES. Isso resultou em aplicações monolíticas geralmente focadas em um domínio de ensino e aprendizagem específico, prejudicando assim o compartilhamento de seus recursos educacionais e criando soluções acessíveis, mas não inclusivas.

Em contrapartida, algumas contribuições investigam conceitos mais interessantes do ponto de vista técnico, os quais possibilitam o compartilhamento ordenado de recursos educacionais e/ou tecnológicos. Nesse sentido, os seguintes conceitos foram identificados como potenciais abstrações para esta proposta de trabalho:

- **Arquitetura:** pode ser definida como uma estrutura ou organização lógica de componentes, com suas respectivas interações e estrutura da informação (PRESSMAN; MAXIM, 2016).
- **Framework:** abstração que une códigos comuns entre vários projetos de software com características similares, provendo configurações e componentes genéricos (SOMMERVILLE, 2015).

Por definição, *frameworks* são menos abstratos que arquiteturas, pois possuem implementações concretas dentro de si. Portanto, entende-se que uma arquitetura seja mais adequada ao contexto deste projeto. Desta forma, as aplicações educacionais poderão ser desenvolvidas com mais liberdade em termos de implementação, desde que a arquitetura proposta seja respeitada. Em particular, optou-se pela Arquitetura Orientada a Serviços (SOA – *Service-Oriented Architecture*), principalmente pela sua flexibilidade e consonância com as infraestruturas em nuvem atuais.

Por meio de uma arquitetura SOA, é possível construir uma API genérica voltada ao domínio das aplicações educacionais com suporte as línguas de sinais. De fato, APIs são uma das formas mais utilizadas pela indústria para o compartilhamento de recursos, pois elas podem expor interfaces de software totalmente personalizáveis em termos de acesso à informação, permitindo assim integrações seguras e gerenciáveis. Nesse contexto, o estilo arquitetural *REpresentational State Tranfer* (REST) merece destaque, principalmente devido a sua total sinergia com o protocolo *HyperText Transfer Protocol* (HTTP) (FIELDING, 2000), o precursor da Web moderna.

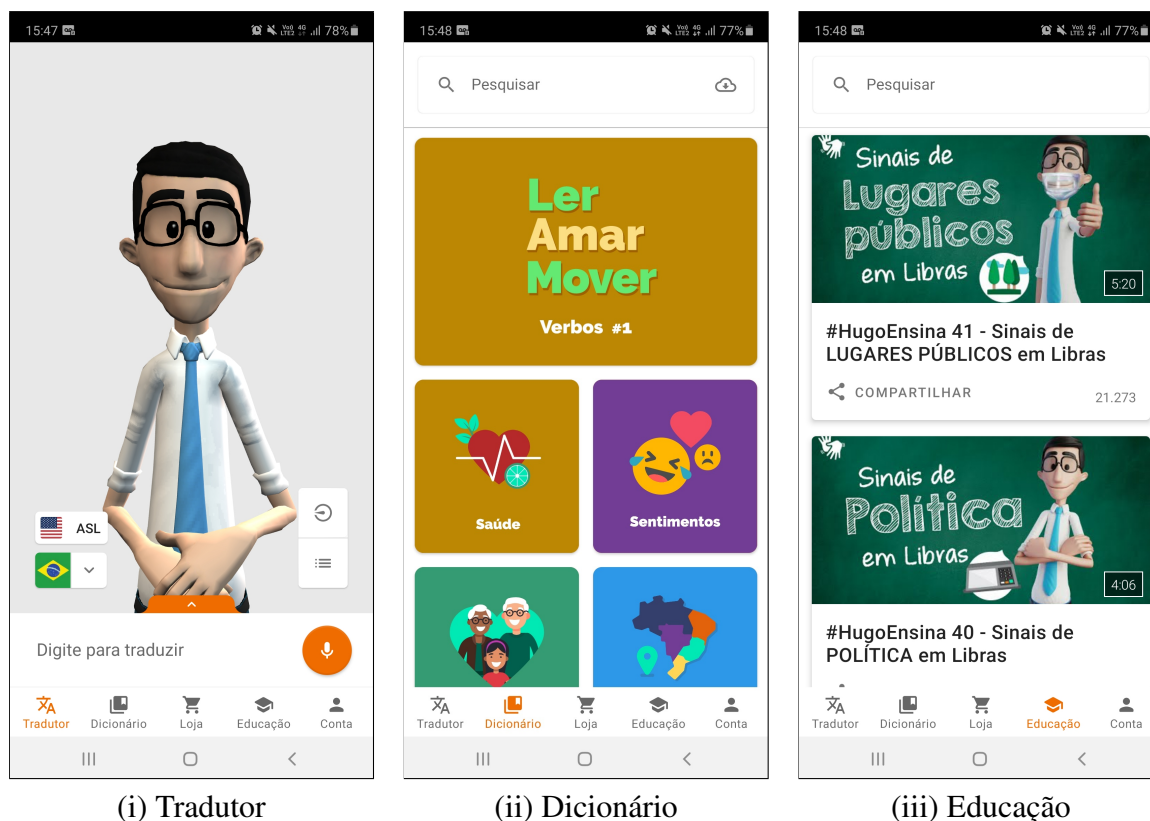
Adicionalmente, o conceito de REA, apesar de identificado em apenas um estudo no MS (RESENDE *et al.*, 2019), é considerado intrínseco nesta proposta, principalmente tendo em vista a criação da API de forma pública e colaborativa para prover recursos de ensino/aprendizagem baseados em línguas de sinais. Com isso, a abstração de software idealizada para este projeto é uma arquitetura SOA baseada no estilo arquitetural REST, a qual será desenvolvida e disponibilizada como um software livre, respeitando as premissas dos REAs.

De modo geral, o objetivo principal deste projeto de doutorado é prover uma infraestrutura que permita a criação de aplicações educacionais no contexto do ensino bilíngue, de forma simples e padronizada. Para isso, uma API será desenvolvida e implantada para abstrair grande parte da complexidade desse domínio de aplicação. Dessa forma, várias soluções poderão ser instanciadas a partir dessa arquitetura central, as quais poderão explorar os tópicos educacionais pertinentes/permitidos aos seus respectivos contextos.

A título de ilustração, considere o *Hand Talk*, um dos aplicativos de Libras com maior destaque em âmbito nacional. Este aplicativo tem algumas funcionalidades interessantes pensando no desenvolvimento de soluções baseadas na infraestrutura proposta (Figura 12): (i) tradução de texto e áudio para Libras, a qual é interpretada por um avatar 3D. De modo adicional, o usuário também pode optar por mudar a língua de sinais para a ASL; (ii) dicionário categorizado com a representação das palavras em sinais (disponível apenas para a Libras); e (iii) vídeos

educacionais (disponíveis apenas para a Libras) abordando tópicos de interesse dos usuários do aplicativo.

Figura 12 – Aplicativo *Hand Talk*.



Fonte: <www.handtalk.me>.

Nesse contexto, entende-se que a gama de soluções no domínio educacional é extensa. Sendo assim, para a criação de uma solução baseada na infraestrutura proposta, optou-se por um tópico de ensino comum e fundamental a ambas línguas (Libras e Português), a Matemática. Consequentemente, uma solução bilíngue é desenhada, com a qual falantes e sinalizantes podem interagir por meio de uma experiência inclusiva. Em termos técnicos, optou-se por uma aplicação educacional móvel, tendo em vista a grande relevância desses dispositivos apresentada nas Seções 2 e 3 deste trabalho. Por outro lado, arquiteturalmente, a API é a responsável pela maior parte do esforço computacional da infraestrutura em questão. A seguir, algumas das tarefas de desenvolvimento pretendidas são descritas:

- Tradução de máquina: para que seja possível a tradução bidirecional (texto/voz para língua de sinais e língua de sinais para texto/voz) técnicas de IA devem ser investigadas, principalmente tendo vista algoritmos relacionados à visão computacional (“ler” os sinais) e redes neurais (tradução);
- Internacionalização (I18n) e Localização (L10n): explorando recursos de geolocalização, espera-se que as soluções instanciadas sejam sensíveis ao contexto de seus usuários. Pode-

se, com isso, adaptar-se a uma variação regional de uma das línguas, quando necessário. Além disso, essa estrutura pode viabilizar a tradução entre línguas de sinais, possibilitando a comunicação entre uma pessoa fluente em ASL e outra em Libras, por exemplo;

- Criação de conteúdo educacional: uma estratégia colaborativa é idealizada, na qual usuários fluentes (muitas vezes professores) criam as atividades em um painel administrativo. Com isso, seus respectivos alunos são notificados sobre esses novos desafios. Consequentemente, uma base de dados extremamente rica é criada, a qual, com o tempo, proverá recursos educacionais cada vez mais efetivos e adequados ao contexto de seus aprendizes. Além disso, como a infraestrutura idealizada é genérica com relação às línguas de sinais, línguas menos evidentes (como as locais e rurais) também podem ser exploradas, mantendo assim seu legado linguístico.

4.2 Atividades e cronograma

Tendo em vista os objetivos pretendidos, esta seção define o plano de trabalho e o cronograma idealizados para a condução das tarefas deste projeto de doutorado. Nesse sentido, uma síntese das principais atividades a serem executadas é apresentada a seguir:

- A. Levantamento e estudo sobre línguas de sinais e TICs na educação:** esta atividade consiste na investigação de referenciais teóricos para identificação dos principais conceitos e limitações relacionados ao ensino e aprendizagem em dois domínios específicos: (i) línguas de sinais; e (ii) TICs. Sendo assim, os temas inclusão digital e educação inclusiva possuem grande relevância para a criação de ambientes de ensino cada vez mais acessíveis em todos os aspectos;
- B. Mapeamento Sistemático sobre tecnologia, educação e línguas de sinais:** visa realizar uma busca sistemática e abrangente com a intenção de selecionar estudos relevantes para extração e análise de informações pertinentes às questões de pesquisa estabelecidas. Com isso, espera-se obter uma visão geral sobre o estado da prática com relação ao uso da tecnologia como ferramenta de apoio na educação baseada em línguas de sinais;
- C. Proposição de uma arquitetura SOA para a criação de aplicações educacionais baseadas em línguas de sinais:** a partir dos estudos identificados pelas atividades A e B, esta tarefa consiste em projetar a arquitetura em questão para a validação da mesma.
- D. Avaliação da arquitetura por meio de entrevistas e/ou questionários com especialistas:** esta atividade tem como objetivo avaliar a abstração apresentada por meio do *feedback* de especialistas nos domínios da ES, educação e, se possível, línguas de sinais;
- E. Refinamento da arquitetura proposta:** a partir das limitações e problemas identificados na atividade anterior, a arquitetura proposta pode ser refinada/evoluída antes de tornar-

se um infraestrutura em nuvem. Portanto, quaisquer artefatos e/ou estruturas devem ser devidamente revisados não apenas com viés técnico, mas também nos âmbitos da educação e línguas de sinais;

- F. Criação de uma aplicação educacional móvel para o ensino bilíngue:** esta atividade consiste no desenvolvimento de uma solução, tendo em vista a infraestrutura disponível. Proposta de modo a gerar uma aplicação educacional móvel com suporte a multilínguas, explorando os conceitos de internacionalização e localização. Mais especificamente, pretende-se criar uma solução bilíngue, a qual sirva como TA no processo de educação inclusiva;
- G. Avaliação da aplicação:** essa atividade tem como objetivo avaliar o produto criado por meio da condução de experimentos seguindo as recomendações da engenharia de software experimental. Nesse sentido, a aplicação educacional móvel será avaliada experimentalmente a partir de sua utilização em ambientes reais de ensino e aprendizagem. Para isso, a princípio existem duas alternativas: (i) comparar os resultados dos participantes com um grupo que não utilizou nenhuma outra solução educacional; ou (ii) comparar com outro software de ensino e aprendizagem baseado em línguas de sinais;

Adicionalmente, para que os objetivos pretendidos neste projeto sejam concretizados e as exigências para a obtenção do título de Doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional sejam cumpridas, também se fazem necessárias as seguintes atividades:

- H. Obtenção de créditos em disciplinas de pós-graduação.
- I. Exame de proficiência no idioma inglês.
- J. Escrita e apresentação da monografia para o exame de qualificação.
- K. Divulgação dos principais resultados da pesquisa em nível nacional e internacional, especialmente por meio de publicação de artigos científicos em periódicos e conferências de qualidade e impacto.
- L. Redação e defesa da tese de doutorado.

O [Quadro 1](#) resume o plano de trabalho ao longo dos 48 meses estimados para a obtenção do título de doutor. Nele as atividades planejadas são apresentadas em um cronograma.

Como atividade obrigatória do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação e Matemática Computacional do ICMC-USP, está a realização das disciplinas e o cumprimento de créditos. Desse modo, a [Quadro 2](#) apresenta as disciplinas cursadas pelo aluno, bem como carga horária, créditos, frequências, conceitos etc. Cabe ressaltar que o aluno cursou tais disciplinas em regime especial e, sendo assim, sua inscrição como aluno regular teve início em 2019.

Quadro 1 – Cronograma de atividades.

	2019						2020						2021						2022					
	Jan-Fev	Mar-Abr	Mai-Jun	Jul-Ago	Set-Out	Nov-Dez	Jan-Fev	Mar-Abr	Mai-Jun	Jul-Ago	Set-Out	Nov-Dez	Jan-Fev	Mar-Abr	Mai-Jun	Jul-Ago	Set-Out	Nov-Dez	Jan-Fev	Mar-Abr	Mai-Jun	Jul-Ago	Set-Out	Nov-Dez
A																								
B																								
C																								
D																								
E																								
F																								
G																								
H																								
I																								
J																								
K																								
L																								

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 2 – Ficha do aluno, adaptada do Janus.

Sigla	Nome da Disciplina	Início	Término	Carga Horária	Cred.	Freq.	Conc.	Exc.	Situação
SSC5944-1/1	Arquitetura de Software	10/03/16	09/05/16	90	6	88	A	N	Concluída
SCC5900-3/1	Projeto de Algoritmos	11/03/16	01/07/16	180	12	100	A	N	Concluída
SCC5912-3/1	Interação Usuário-Computador I: Fundamentos	09/08/16	04/10/16	120	8	95	A	N	Concluída
SCC5951-1/1	Interação Usuário-Computador II: Prática	11/10/16	22/11/16	60	4	100	A	N	Concluída
SCC5774-4/2	Inteligência Artificial I	17/03/17	05/05/17	90	6	100	A	N	Concluída
SSC5916-5/1	Tópicos em Computação e Matemática Computacional I	22/03/17	05/07/17	15	1	100	B	N	Concluída
SCC5949-1/2	Inteligência Artificial II	12/05/17	07/07/17	90	6	100	A	N	Concluída
SME5919-4/2	Tópicos Especiais em Computação e Matemática Computacional II	09/08/17	06/12/17	15	1	100	A	N	Concluída
SCC5933-4/10	Metodologia de Pesquisa Científica em Computação	11/08/17	06/10/17	30	2	100	A	N	Concluída

	Créditos mínimos exigidos		Créditos obtidos
	Para exame de qualificação	Para depósito de tese	
Disciplinas:	0	42	46
Total:	0	42	46

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3 Procedimentos metodológicos

A partir do problema de pesquisa identificado e os objetivos estabelecidos, buscou-se determinar uma sequência de procedimentos metodológicos, visando a conclusão deste trabalho de doutorado. Os procedimentos metodológicos foram divididos em três blocos, em destaque na [Figura 13](#): (i) Requisitos; (ii) Projeto e Implementação; e (iii) Avaliação Experimental.

A etapa de **Requisitos** visa esclarecer lacunas para a continuidade da pesquisa, a qual é composta por: revisão bibliográfica e mapeamento sistemático. A revisão bibliográfica foi conduzida com base em livros, artigos científicos, relatórios estatísticos e aporte legal (GIL, 2016) e buscou fornecer base teórica sobre conceitos relacionados às línguas de sinais e TICs, auxiliando no *Objetivo 1*. Em seguida um MS foi conduzido respeitando as diretrizes de busca sistemática baseada em QGS estabelecidas por Zhang, Babar e Tell (2011).

O MS teve como base três QP que buscaram atender aos *Objetivos 2, 3 e 4*. Sendo assim, esse estudo aferiu a existência de contribuições com potencial de (i) identificar os tipos de soluções investigadas; (ii) classificar os tópicos educacionais mais relevantes; e (iii) apresentar as línguas de sinais mais exploradas. Os resultados desse MS geraram três publicações: a primeira com foco nos resultados internacionais, obtidos através da abordagem baseada em QGS (FALVOJR; SCATALON; BARBOSA, 2020), a segunda com foco na busca manual nacional, a qual estendeu nossas discussões sobre a Libras (FALVOJR *et al.*, 2020b) e, por fim, uma discussão estendida sobre os cenários nacional e internacional (FALVOJR *et al.*, 2020a).

Mediante a análise dos estudos primários do MS identificou-se que as aplicações educacionais com apoio a línguas de sinais: (i) são frequentemente desenvolvidas de modo *ad hoc*, ocasionando uma diversificação demasiada de técnicas e tecnologias de desenvolvimento, as quais geralmente focam em acessibilidade, mas não em inclusão; (ii) utilizam diferentes estratégias e tópicos de ensino e (iii) em sua maioria, não apresentam possibilidade de compartilhamento de seus recursos educacionais ou tecnológicos.

Portanto, opta-se pela definição de uma arquitetura SOA para a criação de aplicações educacionais padronizadas no domínio das línguas de sinais, com ênfase na educação inclusiva. Com isso, inicia-se a etapa de **Projeto e Implementação**, tida como a mais importante deste estudo, a qual contempla a proposição e avaliação da arquitetura (*Objetivo 5*), bem como o desenvolvimento de um produto para o ensino e aprendizagem no contexto bilíngue (*Objetivo 6*).

Finalmente, na etapa **Avaliação Experimental**, métodos difundidos para a condução de avaliações experimentais na ES, tais como os apresentados por Wohlin *et al.* (2012), serão considerados para avaliar a instância gerada a partir da arquitetura/infraestrutura proposta (*Objetivo 7*). Vale salientar que as avaliações conduzidas pelos *Objetivos 5 e 7* terão estratégias diferentes, a primeira será feita por especialistas nas áreas de ES, educação e línguas de sinais, visando refinamentos/melhorias na abstração proposta. Por outro lado, a avaliação experimental tende a ser mais formal e, nesse caso, terá foco na qualidade e funcionalidade das instâncias.

4.4 Resultados esperados

Como principais resultados esperados a partir da condução das atividades estabelecidas neste plano de trabalho, destacam-se:

- Identificação de um conjunto básico de especificações técnicas, características e requisitos de desenvolvimento relacionados à educação inclusiva baseada em línguas de sinais apoiada pelas TICs;
- Identificação do estado da prática de soluções educacionais com suporte a língua de sinais mediante o uso de tecnologia, tendo como premissa a condução de um MS para a identificação e análise dos estudos primários;
- Proposição de uma arquitetura SOA para criação de um arcabouço formal que apoie o desenvolvimento de aplicações educacionais baseadas em línguas de sinais.
- Avaliação com especialistas da arquitetura proposta, tendo em vista o refinamento e evolução da abordagem em função de *feedbacks* das áreas de ES, educação e línguas de sinais;
- Desenvolvimento de uma aplicação educacional móvel que instancie a arquitetura proposta com ênfase na educação bilíngue. Além disso, é importante ressaltar que as aplicações geradas a partir dessa infraestrutura comum serão sensíveis ao contexto de seus usuários, explorando os conceitos de internacionalização (i18n) e localização (l10n). Com isso, as aplicações educacionais desenvolvidas terão a capacidade de se adequar à variações regionais de seus usuários;
- Condução de experimentos com aprendizes e tutores, a fim de avaliar estatisticamente a aplicação educacional supracitada e, indiretamente, sua respectiva base de construção;
- Elaboração de artigos a serem submetidos a congressos e periódicos da área, tanto em nível nacional como internacional.

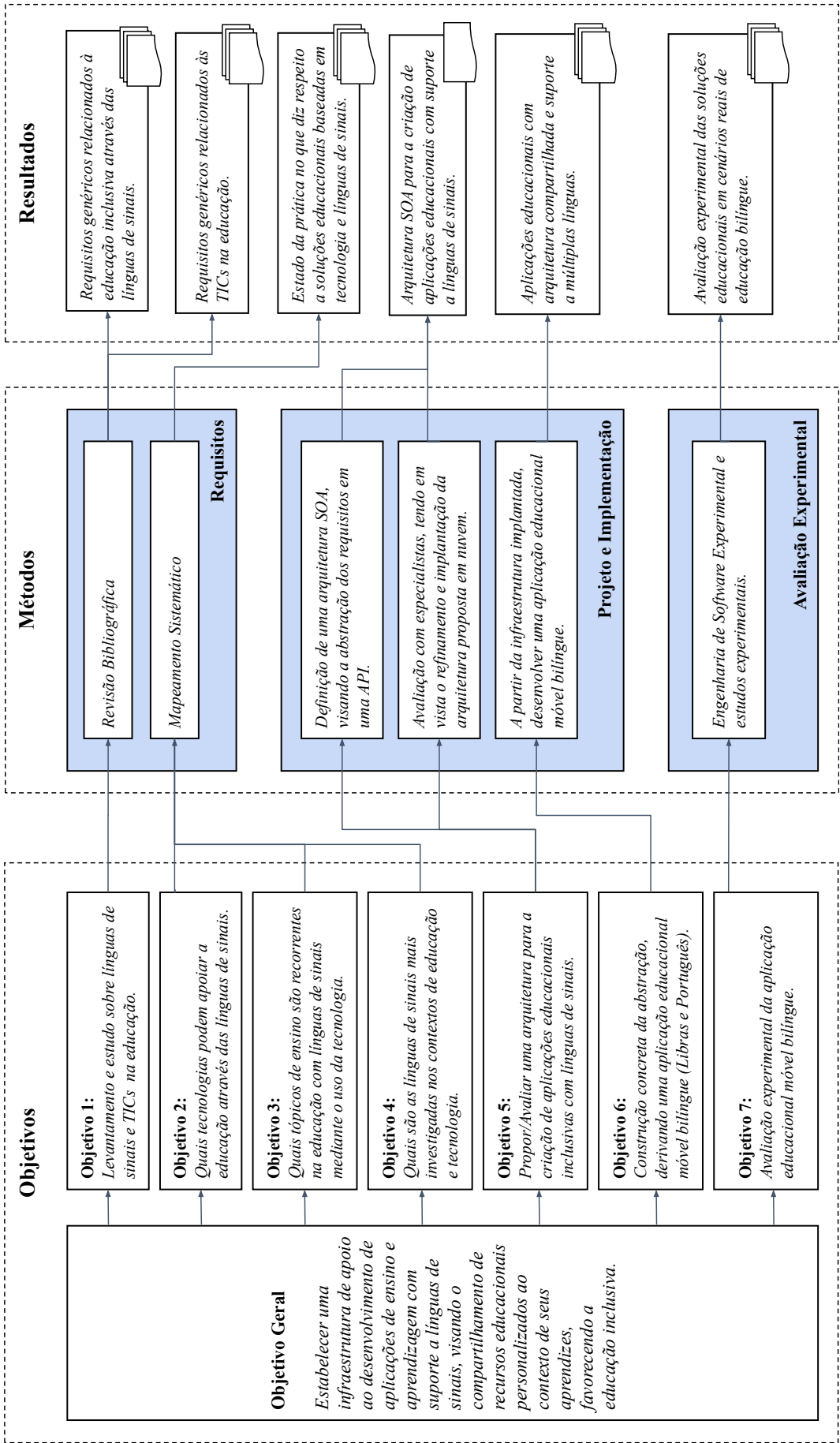
A [Figura 13](#) sintetiza a relação entre objetivos, procedimentos metodológicos/atividades e resultados esperados.

4.5 Publicações

Nesta seção são apresentadas as publicações realizadas no decorrer dos quatro primeiros semestres do doutorado. Algumas delas estão relacionadas a pesquisas conduzidas previamente ([SOAD et al., 2017](#); [OLIVEIRA; FALVOJR; BARBOSA, 2019](#); [FALVOJR et al., 2020c](#)). Entretanto, tais estudos são importantes pois têm relação com as temáticas de ensino e aprendizagem, as quais serão investigadas diretamente neste projeto de doutorado.

- FALVOJR, V.; MARTINS FALVO, C.; SCATALON, L. P.; AND BARBOSA, E. F. *Tecnologias Aplicadas ao Ensino e Aprendizagem com Línguas de Sinais: Um Mapeamento Sistemático Sob as Perspectivas Nacional e Internacional*. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE). 2020. p. 1–13. *Artigo aceito para publicação em Dezembro/2020*.

Figura 13 – Objetivos, procedimentos metodológicos/atividades e resultados esperados.



Fonte: Elaborada pelo autor.

- FALVOJR, V.; MARTINS FALVO, C.; SCATALON, L. P.; AND BARBOSA, E. F. *Tecnologias Aplicadas ao Ensino e Aprendizagem de Libras: Um Mapeamento Sistemático*. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2020). Natal, RN, Brasil. 2020. p. 1–10.
- FALVOJR, V.; SCATALON, L. P.; AND BARBOSA, E. F. *The Role of Technology to Teaching and Learning Sign Languages: A Systematic Mapping*. Proceedings of the 50th Annual Frontiers in Education Conference (FIE 2020). Uppsala, Suécia. 2020. p. 1–10.
- FALVOJR, V.; MARCOLINO, A. S.; DUARTE FILHO, N. F.; OLIVEIRAJR, E. A.; BARBOSA, E. F. *Variability-based improvement of m-learning applications development*. Journal of Universal Computer Science (J.UCS). 2020. p. 1–25. *Artigo em processo de avaliação, submetido em Fevereiro/2020*.
- OLIVEIRA, R.; FALVOJR, V.; BARBOSA, E. F. *Internet das Coisas aplicada à Educação: Um Mapeamento Sistemático*. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2019). Brasília, DF, Brasil. 2019. p. 499–508.
- SOAD, G. W.; FIORAVANTI, M. L.; FALVOJR, V.; MARCOLINO, A.; DUARTE FILHO, N. F.; BARBOSA, E. F. *ReqML-catalog: The road to a requirements catalog for mobile learning applications*. Proceedings of the 47th Annual Frontiers in Education Conference (FIE 2017). Indianapolis, IN, USA. 2017. p. 1–9.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W. G. **Educação de surdos: formação, estratégias e prática docente**. [S.l.]: Editus – Editora da Uesc, 2015. Citado nas páginas 25, 30, 31 e 33.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. [S.l.]: Interamericana, 1980. ISBN 9788520100844. Citado nas páginas 36 e 37.
- BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/3otBkiY>>. Acesso em: 06/12/2020. Citado nas páginas 38, 40 e 67.
- BOURQUE, P.; FAIRLEY, R. E.; SOCIETY, I. C. **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOOK(R)): Version 3.0**. 3rd. ed. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society Press, 2014. Citado na página 53.
- CASTRILLO, M. D.; MARTÍN-MONJE, E.; BÁRCENA, E. Mobile-based chatting for meaning negotiation in foreign language learning. In: **Proceedings of the 10th International Conference on Mobile Learning (ML)**. Madrid, ES: [s.n.], 2014. p. 49–59. Citado na página 34.
- CAT. **Tecnologia Assistiva**. [S.l.], 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/3qxq8Un>>. Acesso em: 06/12/2020. Citado na página 38.
- CILLI, T.; GIORDANO, C. V.; LANGHI, C.; JUNIOR, A. S. de Albergaria Henriques da S.; CROCE, E. F.; OLIVEIRA, G. B. de; DOMINGUES, I.; PINTO, L. da S.; MATOS, S. A. **Tecnologia da Informação e Comunicação nas Práticas Educacionais**. São Paulo–SP: Edição Independente, 2017. Citado nas páginas 18, 35, 36, 38, 39 e 67.
- COOK, A.; POLGAR, J. **Assistive Technologies: Principles and Practice**. Elsevier/Mosby, 2015. ISBN 9780323096317. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=vISFoAEACAAJ>>. Citado na página 38.
- CRISTIANO, A. **O que é Libras?** 2020. Disponível em: <<https://www.libras.com.br/o-que-e-libras>>. Acesso em: 02/12/2020. Citado nas páginas 28 e 29.
- DAVID, C. M.; SILVA, H. M. G. da; RIBEIRO, R.; LEMES, S. de S. **Desafios contemporâneos da educação**. [S.l.]: Cultura Acadêmica, 2015. Citado nas páginas 29 e 30.
- DUKE, I. **The Everything Sign Language Book: American Sign Language Made Easy**. Avon, MA: Adams Media Corporation, 2009. Citado na página 17.
- ELLIS, K.; RAY, N.; HOWARD, C. Learning a Physical Skill via a Computer: A Case Study Exploring Australian Sign Language. In: **Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2011. (OzCHI '11), p. 98–103. Citado na página 62.
- ESCUDEIRO, P.; MARQUES, B.; CARVALHO, P.; BARATA, A.; QUEIRÓS, P.; SOUSA, A. d.; DIAS, C.; ROCHA, E.; ULISSES, J. a. Educational Content Using Blind/Deaf Communications API. In: **Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems**

for Enhancing Multiculturalism. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018. (TEEM'18), p. 100–104. Citado na página 62.

FALVOJR, V.; FALVO, C. H. M.; SCATALON, L. P.; BARBOSA, E. F. Tecnologias Aplicadas ao Ensino e Aprendizagem com Línguas de Sinais: Um Mapeamento Sistemático Sob as Perspectivas Nacional e Internacional. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, p. 1–13, 2020. Citado nas páginas 59 e 73.

_____. Tecnologias Aplicadas ao Ensino e Aprendizagem de LIBRAS: Um Mapeamento Sistemático. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2020)**. Natal, RS, Brasil: [s.n.], 2020. p. 1–10. Citado nas páginas 64, 65 e 73.

FALVOJR, V.; MARCOLINO, A. da S.; FILHO, N. F. D.; OLIVEIRAJR, E.; BARBOSA, E. F. Variability-based improvement of m-learning applications development. **Journal of Universal Computer Science (J.UCS)**, p. 1–25, 2020. Citado na página 74.

FALVOJR, V.; SCATALON, L. P.; BARBOSA, E. F. The Role of Technology to Teaching and Learning Sign Languages: A Systematic Mapping. In: **Proceedings of the 50th Annual Frontiers in Education Conference (FIE 2020)**. Uppsala, Sweden: [s.n.], 2020. p. 1–10. Citado nas páginas 63, 65 e 73.

FELIZARDO, K.; MACDONELL, S.; MENDES, E.; MALDONADO, J. A Systematic Mapping on the use of Visual Data Mining to Support the Conduct of Systematic Literature Reviews. **Journal of Software**, v. 7, p. TBC, 02 2012. Citado na página 46.

FIELDING, R. T. **Architectural styles and the design of network-based software architectures**. Tese (Doutorado) — University of California, Irvine, CA, 2000. Citado na página 68.

GARDNER, H. **Inteligências múltiplas: a teoria na prática**. [S.l.]: Artmed, 1995. ISBN 9788573074130. Citado nas páginas 36 e 37.

GESSER, A. **Libras? Que língua é essa? Crenças e preconceitos em torno da língua de sinais e da realidade surda**. [S.l.]: Parábola Editorial, 2009. Citado nas páginas 22 e 25.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa – 6ª Edição**. [S.l.]: Editora Atlas Ltda., 2016. Citado na página 73.

HONORA, M.; FRIZANCO, M. L. E. **Livro Ilustrado de Língua Brasileira de Sinais – Desvendando a comunicação usada pelas pessoas com surdez**. [S.l.]: Ciranda Cultural, 2017. Citado nas páginas 17, 21, 22, 25, 26 e 28.

IBGE. **Conheça o Brasil - População: Pessoas com Deficiência**. 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2Zf79lV>>. Acesso em: 02/12/2020. Citado na página 18.

ITU. **Measuring digital development**. International Telecommunication Union (ITU), 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/2IkMzLm>>. Acesso em: 06/12/2020. Citado nas páginas 34, 35, 36 e 41.

Joy, J.; Balakrishnan, K.; Sreeraj, M. SignQuiz: A Quiz Based Tool for Learning Fingerspelled Signs in Indian Sign Language Using ASLR. **IEEE Access**, v. 7, p. 28363–28371, 2019. ISSN 2169-3536. Citado na página 61.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. 2007. Acesso em: 02/12/2020. Citado nas páginas 43, 44, 46, 47 e 66.

KUKULSKA-HULME, A.; TRAXLER, J. **Mobile learning: A handbook for educators and trainers**. [S.l.]: Psychology Press, 2005. Citado na página 34.

KUMAR, V. K.; GOUDAR, R.; DESAI, V. Sign Language Unification: The Need for Next Generation Deaf Education. **Procedia Computer Science**, v. 48, p. 673–678, 2015. ISSN 1877-0509. International Conference on Computer, Communication and Convergence (ICCC 2015). Citado na página 62.

LOPES, M.; SILVA, L.; REIS, D. LibrAR: aplicativo de aprendizagem de libras usando realidade aumentada e realidade virtual em dispositivo móvel. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE)**, v. 1, n. 1, p. 10, 2018. Citado na página 64.

MARTINO, J. M. D.; SILVA, I. R.; BOLOGNINI, C. Z.; COSTA, P. D. P.; KUMADA, K. M. O.; CORADINE, L. C.; BRITO, P. H. d. S.; AMARAL, W. M. do; BENETTI, A. B.; POETA, E. T.; ANGARE, L. M. G.; FERREIRA, C. M.; CONTI, D. F. D. Signing avatars: making education more inclusive. **Universal Access in the Information Society**, v. 16, n. 3, p. 793–808, ago. 2017. ISSN 1615-5289, 1615-5297. Citado na página 61.

MEHTA, N.; PAI, S.; SINGH, S. Automated 3D sign language caption generation for video. **Universal Access in the Information Society**, jul. 2019. ISSN 1615-5289, 1615-5297. Citado na página 61.

MILLER, A.; MALASIG, J.; CASTRO, B.; HANSON, V. L.; NICOLAU, H.; aO, A. B. The Use of Smart Glasses for Lecture Comprehension by Deaf and Hard of Hearing Students. In: **Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017. (CHI EA '17), p. 1909–1915. Citado na página 62.

MIZUKAMI, M. d. G. N. **Ensino: As abordagens do processo**. [S.l.]: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 1986. ISBN 9788512303505. Citado nas páginas 36 e 37.

NAKAGAWA, E.; FEITOSA, D.; FELIZARDO, K. Using systematic mapping to explore software architecture knowledge. **Proceedings - International Conference on Software Engineering**, 2010. Citado na página 44.

NAPIER, J.; WIT, M. D. **WFD Position Paper on Accessibility: Sign Language Interpreting and translation and technological developments**. 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/36rwhYP>>. Acesso em: 02/12/2020. Citado nas páginas 17 e 18.

OLIVEIRA, C. D. de. **Recursos de Tecnologia Assistiva Digital Para Pessoas Com Deficiência Sensorial: Uma Análise na Perspectiva Educacional**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), 2016. Citado na página 24.

OLIVEIRA, R.; FALVOJR, V.; BARBOSA, E. F. Internet das Coisas aplicada à Educação: Um Mapeamento Sistemático. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. Brasília, DF, Brasil: [s.n.], 2019. v. 30, p. 499–508. Citado na página 74.

- OMS. **Global Estimates on Prevalence of Hearing Loss**. Organização Mundial de Saúde (OMS), 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/3g5Of6t>>. Acesso em: 02/12/2020. Citado na página 17.
- ONU. **International Day of Sign Languages**. Organização das Nações Unidas (ONU), 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/347MwZO>>. Acesso em: 02/12/2020. Citado na página 17.
- PETERSEN, K.; FELDT, R.; MUJTABA, S.; MATTSSON, M. Systematic Mapping Studies in Software Engineering. In: **Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering**. Swindon, GBR: BCS Learning & Development Ltd., 2008. (EASE'08), p. 68–77. Citado na página 44.
- PETERSEN, K.; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. **Information and Software Technology**, v. 64, p. 1–18, 2015. ISSN 0950-5849. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584915000646>>. Citado nas páginas 44, 46, 47, 53 e 66.
- PETTICREW, M.; ROBERTS, H. **Systematic reviews in the social sciences: A practical guide**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2008. Citado na página 46.
- PONTES, H. P.; DUARTE, J. B. F.; PINHEIRO, P. R. An educational game to teach numbers in Brazilian Sign Language while having fun. **Computers in Human Behavior**, p. 105825, 2018. ISSN 0747-5632. Citado na página 62.
- PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. **Engenharia de Software – 8ª Edição**. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016. Citado na página 68.
- QUADROS, R. M. de. **Língua de Herança: Língua Brasileira de Sinais**. [S.l.]: Penso Editora, 2017. Citado na página 32.
- _____. **LIBRAS – Línguística para o Ensino Superior**. [S.l.]: Parábola Editorial, 2019. Citado nas páginas 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 33 e 34.
- QUADROS, R. M. de; KARNOPP, L. **Língua de sinais brasileira: estudos lingüísticos**. [S.l.]: Artmed Editora, 2004. (Biblioteca Artmed). Citado na página 22.
- RADERMACHER, A.; WALIA, G. Gaps between Industry Expectations and the Abilities of Graduates. In: **Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2013. (SIGCSE '13), p. 525–530. Citado nas páginas 47 e 66.
- REINOSO, L.; AMORIM, M.; TAVARES, O.; ALMEIDA, R. Framework CAP 1.0 para criação e uso de arquiteturas pedagógicas. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, v. 1, n. 1, p. 384–393, 2017. Citado na página 64.
- RESENDE, J.; OLIVEIRA, P.; SILVA, L.; ROCHA, L.; ALBERGARIA, E. LibrasBot: Um Recurso Educacional Aberto para o estímulo o pensamento lógico de crianças surdas. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, v. 1, n. 1, p. 892–901, 2019. Citado nas páginas 64 e 68.
- RODRIGUES, B.; PASQUALI, C.; PISANESCHI, E. **O que a população brasileira pensa sobre educação inclusiva**. 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3qujRsD>>. Acesso em: 05/12/2020. Citado na página 30.

- SCATALON, L. P.; CARVER, J. C.; GARCIA, R. E.; BARBOSA, E. F. Software Testing in Introductory Programming Courses: A Systematic Mapping Study. In: **Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. (SIGCSE '19), p. 421–427. Citado nas páginas 47 e 66.
- SILVA, C. A. da; FRANCO, M. H. I.; OKUYAMA, F. Y. SalaBil: plataforma de ensino bilíngue. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 16, n. 2, p. 10, 2018. Citado na página 63.
- SOAD, G. W.; FIORAVANTI, M. L.; FALVOJR, V.; MARCOLINO, A.; FILHO, N. F. D.; BARBOSA, E. F. ReqML-catalog: The road to a requirements catalog for mobile learning applications. In: **2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. Indianapolis, IN, USA: [s.n.], 2017. p. 1–9. Citado na página 74.
- SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. [S.l.]: Pearson Education, 2015. Citado na página 68.
- SVETLANA, K.; YONGLK-YOON. Adaptation e-Learning Contents in Mobile Environment. In: **Proceedings of the 2Nd International Conference on Interaction Sciences: Information Technology, Culture and Human**. [S.l.]: ACM, 2009. (ICIS '09), p. 474–479. Citado na página 67.
- TAVARES, O.; REINOSO, L.; ALMEIDA, W. CAP-APL: plataforma para criação e uso de arquiteturas pedagógicas para aprendizagem de Português e Libras. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, v. 1, n. 1, p. 466–475, 2017. Citado na página 64.
- UNESCO. **Declaração de Salamanca sobre Princípios, Política e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais**. 1994. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139394>>. Acesso em: 04/12/2020. Citado na página 29.
- _____. **Forum on the Impact of Open Courseware for Higher Education in Developing Countries**. 2002. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000128515.locale=en>>. Acesso em: 24/12/2020. Citado na página 41.
- VALE, V.; MESQUITA, E.; FERREIRA, R.; MELO, J.; CINTRA, S. O jogo gestus como aplicação de primeiro contato com LIBRAS. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE)**, v. 1, n. 1, p. 8, 2018. Citado na página 64.
- WOHLIN, C.; RUNESON, P.; HST, M.; OHLSSON, M. C.; REGNELL, B.; WESSLN, A. **Experimentation in Software Engineering**. [S.l.]: Springer Publishing Company, Incorporated, 2012. Citado nas páginas 54 e 73.
- ZHANG, H.; BABAR, M. A.; TELL, P. Identifying relevant studies in software engineering. **Information and Software Technology**, v. 53, n. 6, p. 625–637, 2011. ISSN 0950-5849. Special Section: Best papers from the APSEC. Citado nas páginas 44, 45, 47, 48, 49, 50, 61, 66 e 73.

