



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL - CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

CARLOS HENRIQUE GRIMES

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FERRAMENTAS DE
TRADUÇÃO DE TEXTO PARA A LÍNGUA BRASILEIRA
DE SINAIS**

BANDEIRANTES-PR

2017

CARLOS HENRIQUE GRIMES

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FERRAMENTAS DE
TRADUÇÃO DE TEXTO PARA A LÍNGUA BRASILEIRA
DE SINAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual do Norte do Paraná para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Me. Fábio de Sordi Junior
Coorientador: Prof. Me. Luiz Renato Martins da Rocha

BANDEIRANTES-PR

2017

CARLOS HENRIQUE GRIMES

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FERRAMENTAS DE
TRADUÇÃO DE TEXTO PARA A LÍNGUA BRASILEIRA
DE SINAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual do Norte do Paraná para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Fábio de Sordi Junior
Universidade Estadual do Norte do Paraná
Orientador

Prof. Me. Thiago Adriano Coleti
Universidade Estadual do Norte do Paraná
Campus Luiz Meneghel

Prof^a. Dr^a. Daniela de Freitas G. Trindade
Universidade Estadual do Norte do Paraná
Campus Luiz Meneghel

Bandeirantes-PR, 28 de Novembro de 2017

GRIMES, C. H. **Análise comparativa entre ferramentas de tradução de texto para a Língua Brasileira de Sinais**. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes-PR, 2017.

RESUMO

Existem diversas ferramentas que realizam a conversão de texto para libras, e o desempenho dessas, referente a sua utilização na tentativa de suprir a frequente ausência de um interprete para libras nos ambientes convencionais, ainda é pouco explorado. Neste trabalho foram realizadas análises comparativas entre essas ferramentas, na qual essas foram baseadas em casos de testes realizados com dois profissionais que atuam e/ou fazem parte da comunidade surda. O intuito dessas análises comparativas é observar e explorar ainda mais sobre essas ferramentas, testando o seu desempenho, pois como se sabe, a tradução de português para libras é algo bem complexo e muito interpretativo, já que em geral as línguas de sinais dependem muito mais do contexto da situação, que do texto propriamente dito ou escrito, para o seu pleno entendimento. A pesquisa é de caráter exploratória, pois têm como característica principal proporcionar um conhecimento maior a respeito do problema, falando sobre surdos, deficientes auditivos e tecnologias assistivas, com enfoque na comunidade surda. Seu planejamento foi bastante flexível, pois além do levantamento bibliográfico, através dos testes também foram feitas entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com as ferramentas analisadas. Ao fim dessas comparações, foram dadas as considerações finais, que a partir dos resultados obtidos com os testes foi feita uma descrição dos erros que cada uma das ferramentas apresentou.

Palavras-chave: Surdez. Deficiência Auditiva. Libras. Tradutor para Libras. Tecnologia Assistiva.

GRIMES, C. H. **Comparative analysis between text translation tools for Brazilian Sign Language**. 50 p. Final Project (Bachelor of Science in Computer Science) – State University Northern of Parana , Bandeirantes–PR, 2017.

ABSTRACT

There are several tools that perform the conversion of text to libras, and their performance, referring to its use in an attempt to overcome the frequent absence of an interpreter for libras in conventional environments, is still little explored. In this paper comparative analyzes were performed between these tools, in which these were based on cases of tests performed with two professionals who work and / or are part of the deaf community. The purpose of these comparative analyzes is to observe and explore even more about these tools, testing their performance, because as we know, the Portuguese translation to pounds is something very complex and very interpretive, since in general the sign languages depend much more context of the situation, that the text itself or in writing, for your full understanding. The research has an exploratory character, since its main characteristic is to provide a greater knowledge about the problem, talking about deaf people, hearing impaired and assistive technologies, with a focus on the deaf community. His planning was very flexible, since besides the bibliographical survey, through the tests were also made interviews with people who had practical experiences with the analyzed tools. At the end of these comparisons, the final considerations were given, that from the results obtained with the tests was made a description of the errors that each of the tools presented.

Keywords: Deafness. Hearing Deficiency. Libras. Translator for Libras. Assistive Technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Verbo "Sentar"tem representação semelhante ao sinal do substantivo "Cadeira". Fonte: Quadros e Karnopp [20].	21
Figura 2 – Sinal equivalente a palavra "Bonito"em Libras. Fonte: Quadros e Karnopp [20].	21
Figura 3 – Alfabeto de LIBRAS. Imagem retirada do site "Vila Sésamo".	23
Figura 4 – Exemplo de um implante coclear. Imagem retirada do blog "Acessibilidade Saúde e Informação".	27
Figura 5 – Exemplo de um telefone de texto (TTY). Imagem retirada do site "Notisurdo".	27
Figura 6 – Exemplo de um sinalizador visual de alerta. Fonte: Google Imagens. . .	28
Figura 7 – Fonte: Captura de tela do aplicativo ProDeaf, 2017.	31
Figura 8 – Dicionário ProDeaf.	32
Figura 9 – Fonte: Captura de tela do aplicativo VLibras-Mobile, 2017.	34
Figura 10 – Funcionalidade de Regionalismos, destaque na aplicação VLibras. . . .	35
Figura 11 – Fonte: Captura de tela do aplicativo Hand Talk, 2017.	36
Figura 12 – Aplicação também ensina seus usuários a realizarem sinais em libras. .	37
Figura 13 – Colocando as ferramentas lado a lado para analisar suas funcionalidades.	38
Figura 14 – Resultado geral com o numero de erros nas traduções feitas por cada ferramenta.	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LIBRAS	Lingua Brasileira de Sinais
AJADAVI	Associação Jacarezinhense de Atendimento ao Deficiente Auditivo e Visual
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Prolibras	Programa Nacional para Certificação de Proficiência no Uso e Ensino da Língua Brasileira de Sinais
MEC	Ministério da Educação
INES	Instituto Nacional de Educação de Surdos
ASL	American Sign Language
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
MP	Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão
STI	Secretaria de Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Formulação do Problema	9
1.2	Objetivos	9
1.2.1	Objetivo Geral	9
1.2.2	Objetivos Específicos	9
1.3	Justificativa	10
1.4	Materiais e Métodos	12
1.5	Organização do Trabalho	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Surdos e Deficientes Auditivos	15
2.1.1	Dificuldades	17
2.2	Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS	19
2.3	Tecnologia e os Surdos	22
2.4	Tecnologia Assistiva	24
2.4.1	Tecnologia Assistiva para Surdos	26
3	DESENVOLVIMENTO	29
3.1	Ferramentas Existentes	30
3.1.1	ProDeaf	30
3.1.2	VLibras	32
3.1.3	Hand Talk	35
3.1.4	Comparações entre as ferramentas	37
3.2	Testes	38
3.2.1	Resultados	40
3.2.1.1	1º Parágrafo	40
3.2.1.2	2º Parágrafo	41
3.2.2	Comparações entre os testes	42
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

O uso de aplicativos para a tradução de conteúdo digital, seja ele áudio, texto ou vídeo, para a língua brasileira de sinais, teve grande avanço nos últimos anos. Diversas ferramentas surgem no meio com a finalidade de auxiliar na comunicação entre pessoas surdas e ouvintes, já que geralmente só quem é surdo tem o conhecimento da língua de sinais.

Entretanto, essas ferramentas nem sempre estão capacitadas ou preparadas para atender tais pessoas da forma mais agradável e correta possível, já que a tradução do português para a língua de sinais requer grande interpretação de contexto com o que está sendo dito, e muitas vezes uma tradução feita por ferramenta não faz sentido, na qual se torna necessário a ajuda de um intérprete para fazer a mediação da conversa.

Outro problema que pode surgir com essas ferramentas, está na captação do áudio, que muitas vezes é feito a partir da captura de voz do usuário, para posteriormente ser realizada a tradução para libras. Isso muitas vezes é influenciado por ferramentas de conversão áudio em texto, que quando não são de boa qualidade, podem retornar uma saída diferente da entrada, o que pode confundir seus usuários em uma conversação.

Neste trabalho foram realizadas análises das ferramentas de tradução do português para libras, por meio de diversas pesquisas e testes, com o intuito de investigar e observar o desempenho das mesmas. Foram feitos casos de teste com um intérprete de libras e com uma professora da AJADAVI - Associação Jacarezinhense de Atendimento ao Deficiente Auditivo e Visual, que é surda e ministra aulas de libras, tanto para alunos surdos como ouvintes.

O levantamento desses dados foram feitos a partir de pesquisas exploratórias, em que o principal objetivo é deixar o leitor a par de como funcionam essas ferramentas, quais seus pontos positivos e negativos. Pesquisas de caráter bibliográfico também foram realizadas, na qual a principal vantagem deste tipo de pesquisa está no fato de conseguir dados de todo o território nacional a partir de referências bibliográficas em livros e artigos científicos [1].

No primeiro capítulo desse documento é explicado de forma introdutória como essas ferramentas podem ajudar as pessoas surdas no seu dia a dia, e quais os pontos principais deste trabalho. No segundo capítulo falamos sobre a fundamentação teórica, em que é feito um estudo sobre os surdos e deficientes auditivos, a língua brasileira de sinais, seguidos por conceitos de tecnologia assistiva e como as pessoas surdas interagem com essas tecnologias. Depois, no terceiro capítulo são apresentadas as ferramentas analisadas nessa pesquisa, junto das comparações e testes que foram realizados com as mesmas. E por

fim, no quarto e último capítulo serão mostradas as considerações finais, com resultados e conclusões obtidas com esse trabalho.

Como se sabe, a tecnologia nunca "estaciona", está sempre evoluindo e aprimorando-se com o passar dos anos. Visto isso, essa pesquisa torna-se necessária cuja a necessidade de manter essas ferramentas sempre atualizadas e funcionando da melhor maneira possível. E com isso, uma pesquisa deste tipo também abre espaço para quem sabe, novas propostas de novos modelos para ferramentas desse tipo.

1.1 Formulação do Problema

A tradução de conteúdo digital para a língua brasileira de sinais - LIBRAS, não é uma tarefa simples, soluções para esse problema vem sendo desenvolvidas ao longo dos anos, com algumas ferramentas conseguindo até mesmo obter bons resultados, mas ainda há muito a melhorar. Assim como em qualquer tipo de conversão de conteúdo, problemas com a captação da entrada podem surgir, ainda mais quando se trata de uma entrada de voz, que depende muito de bons equipamentos para obter um áudio de qualidade, e também na hora da conversão, quando trabalha-se com libras, se vê necessária uma interpretação do contexto com aquilo que foi dito.

A conversão de texto escrito para libras é o método mais comum utilizado, até mesmo quando acontece a entrada por voz, na qual primeiro se é convertido o áudio para texto, e assim posteriormente são realizados os sinais a partir da legenda que foi criada. Visto tudo isso, analisar ferramentas que realizam essa tarefa, afim de observar sua performance e aceitação na comunidade surda, pode ser muito útil e interessante.

1.2 Objetivos

Nesta sessão serão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar análises comparativas entre ferramentas que tem como principal função a conversão de texto para a Língua Brasileira de Sinais - Libras, buscando obter considerações e avaliações sobre as mesmas. Serão realizados pesquisas e casos de testes com essas ferramentas, com o intuito de identificar pontos positivos e negativos, e assim propor as comparações que serão realizadas durante o decorrer deste trabalho.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral deste trabalho, os seguintes passos foram alcançados:

- Compreender sobre a Surdez e Deficiência Auditiva;
- Compreender sobre a Língua Brasileira de Sinais;
- Analisar as tecnologias assistivas e como elas influenciam na vida das pessoas surdas;
- Analisar ferramentas de tradução para libras;
- Testar as ferramentas encontradas e desenvolver comparações entre as mesmas; e
- Realizar casos de teste com essas ferramentas, para obter as conclusões finais.

1.3 Justificativa

Segundo o censo realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, cerca de 5,1% da população brasileira possuem alguma deficiência auditiva, isso representa aproximadamente 9,7 milhões de brasileiros. Deste total cerca de 2 milhões possuem deficiência auditiva severa, no qual 1,7 milhões têm grandes dificuldades para ouvir e 344,2 mil são surdos. Quando falamos em relação a idade, aproximadamente 1 milhão desses deficientes auditivos são crianças e jovens de até 19 anos [2].

Com isso, surge uma grande necessidade de incluir pessoas surdas nos ambientes convencionais, atingir a tão sonhada inclusão, fazendo com que elas participem dos mesmos ambientes de pessoas ouvintes, e assim não se sintam excluídas. Para conseguir isso, é necessário começar desde cedo, já nas escolas, fazendo com que alunos surdos sejam inseridos em classes de ouvintes desde o Ensino Fundamental.

Mas, ressaltando que, promover a inclusão não significa permitir apenas que o aluno especial adentre em uma escola regular, e sim principalmente garantir que lhe sejam dadas condições de aprendizagem, desenvolvimento social, cognitivo e afetivo, por ele ser sujeito de direitos e cidadão [3].

E também de acordo com Quadros [4], no Brasil as crianças surdas geralmente não têm acesso a uma educação especializada, e é comum encontrarmos surdos com muitos anos de vida escolar nas séries iniciais, sem uma produção de escrita compatível com a série.

Com isso o governo brasileiro notou tais necessidades e começou a tomar medidas cabíveis, através da criação de leis, que concedem esse direito a essas crianças e jovens de todo o Brasil, quando a partir de 2002, a Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS, foi reconhecida como a segunda língua oficial brasileira.

A Língua Brasileira de Sinais surgiu a partir do Instituto dos Surdos-Mudos, fundado em 1857 como a primeira escola para surdos no Brasil. É resultado de uma mistura da Língua de Sinais Francesa com a antiga Língua de Sinais Brasileira, já usada pelos surdos de várias regiões do Brasil. LIBRAS assim como uma língua natural qualquer, possui

estruturas sintáticas, semânticas, morfológicas, entre outras; na qual sua maior diferença é a comunicação gestual-visual [5].

Alguns anos depois surgiram novas ideias, e as dificuldades sentidas pelos professores, para se comunicar com essas crianças. A partir disso foi vista a necessidade de um interprete da Língua Brasileira de Sinais presente nas salas de aula, para facilitar e auxiliar na comunicação. A presença de um profissional desse tipo foi então impulsionada pelo Decreto 5.626, de 22 de dezembro de 2005, o qual regulamentou a Lei 10.436, de 24 de abril de 2002, e o artigo 18 da Lei 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece em seu Capítulo III - "Da formação do professor de libras e do instrutor de libras" o seguinte artigo:

- Art. 4º A formação de docentes para o ensino de Libras nas séries finais do ensino fundamental, no ensino médio e na educação superior deve ser realizada em nível superior, em curso de graduação de licenciatura plena em Letras: Libras ou em Letras: Libras/Língua Portuguesa como segunda língua.

- Art. 5º A formação de docentes para o ensino de Libras na educação infantil e nos anos iniciais do ensino fundamental deve ser realizada em curso de Pedagogia ou curso normal superior, em que Libras e Língua Portuguesa escrita tenham constituído línguas de instrução, viabilizando a formação bi-língue.

E a Lei 12.319, de 1º de setembro de 2010, a qual regulamenta a profissão de Tradutor e Intérprete da Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS, na qual teve um adendo:

- Art. 5º Até o dia 22 de dezembro de 2015, a União, diretamente ou por intermédio de credenciadas, promoverá, anualmente, exame nacional de proficiência em Tradução e Interpretação de Libras - Língua Portuguesa.

Parágrafo único. O exame de proficiência em Tradução e Interpretação de Libras - Língua Portuguesa deve ser realizado por banca examinadora de amplo conhecimento dessa função, constituída por docentes surdos, linguistas e tradutores e intérpretes de Libras de instituições de educação superior.

Estes dados estão disponíveis no site da "Presidência da República, Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos"¹.

Continuando com esse projeto de inclusão educacional, o governo deu como garantia (através de leis) a criação de um exame nacional para qualificar esses profissionais,

¹ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112319.htm

exame esse que foi nomeado de Prolibras - Programa Nacional para Certificação de Proficiência no Uso e Ensino da Língua Brasileira de Sinais.

Entre 2006 e 2009, o Ministério da Educação (MEC) certificou pouco mais de 5 mil intérpretes pelo Prolibras e, embora mais de 7,6 mil cursos superiores de Pedagogia, Fonoaudiologia e Letras ofereçam a disciplina de Libras em sua grade curricular, ter o número de intérpretes necessário para atender a demanda das escolas ainda é uma realidade distante. Para se ter um exemplo, segundo Daniele Pechi, na rede municipal de São Paulo há apenas 19 intérpretes cadastrados, para atender mais de 300 alunos. Estima-se que no Brasil todo existam apenas 230 intérpretes capacitados em salas de aula [6].

Visto isso, é notável a dificuldade encontrada para se qualificar e manter profissionais com esses requisitos, seja nas escolas ou no dia a dia das pessoas surdas. Com esse pensamento surge a ideia de aplicar a tecnologia, que vem sendo um avanço em várias áreas e em diversas partes do mundo, com o intuito de ajudar nesse meio, através de ferramentas que possam auxiliar nessa comunicação.

E isso foi, e vem sendo realizado, pois ao longo dos anos surgiram algumas ferramentas que fazem a conversão de conteúdo digital (áudio e texto) para a língua brasileira de sinais - libras, e essas podem ser utilizadas para auxiliar as pessoas surdas em sua comunicação no dia a dia. Porém, essas ferramentas ainda estão longe de assumir o mesmo papel que um interprete de libras tem na vida dessas pessoas.

Um problema muito frequente em aplicações desse tipo (conversão de áudio para texto) são as taxas de acertos de ambas, que muitas vezes não contem resultados precisos e de confiança, o que pode acarretar em uma distribuição errada de informações. Isso se agrava ainda mais quando falamos na conversão de áudio ou texto para Libras, que é uma língua bem interpretativa e que requer um entendimento do contexto da conversa para uma tradução mais correta possível.

Visto tudo isso, e que uma das maiores dificuldades encontradas pelas pessoas surdas no brasil é a comunicação com ouvintes, sem que um intérprete esteja presente, essa pesquisa se justifica pela contribuição que pode trazer para essas pessoas, com a análise e comparações dessas ferramentas, que podem vir a trazer grandes melhorias nesse meio.

1.4 Materiais e Métodos

A pesquisa proposta é inicialmente de caráter exploratória, pois segundo Gil [1], estas pesquisas têm como característica proporcionar maior conhecimento a respeito do problema, com objetivo de o tornar o mais explícito possível. Estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de revelações, que é básica-

mente o que este trabalho propõe, com a análise de ferramentas existentes com o intuito de propor melhorias para as mesmas. Seu planejamento é bastante flexível, de modo a possibilitar a consideração dos mais diversos aspectos relativos ao estudo realizado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem:

- Levantamento bibliográfico;
- Entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e
- Análise de exemplos que ajudem na compreensão.

Mesmo com toda sua flexibilidade, na maioria das vezes a pesquisa exploratória assume a forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso, e neste trabalho não foi diferente, pois o levantamento bibliográfico foi fundamental para o desenvolvimento dessa pesquisa.

"A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas. As pesquisas sobre ideologias, bem como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente mediante fontes bibliográficas."(GIL [1])

E ainda segundo Gil [1], a principal vantagem da pesquisa bibliográfica está no fato de permitir ao pesquisador uma coberta gama de fenômenos muito mais ampla do que outros tipos de pesquisa. Essa vantagem torna-se fundamental quando o problema de pesquisa necessita de dados muito dispersos pelo espaço. Como por exemplo, seria impossível a um pesquisador percorrer todo o território brasileiro em busca de dados sobre população ou renda per capita (análogo a esse exemplo, seria impossível percorrer todo território brasileiro para identificar todos os regionalismos de libras, mas graças as fontes bibliográficas isso é possível), entretanto, se tem a sua disposição uma bibliografia adequada, o que diminuirá bastante os obstáculos para com as informações necessárias.

Entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado, foi também de fundamental importância para o sucesso desta pesquisa, já que os testes foram realizados a partir do uso das ferramentas analisadas, por pessoas que trabalham ou fazem parte da comunidade surda.

1.5 Organização do Trabalho

Neste projeto foi proposta uma análise comparativa de ferramentas que realizam a conversão de texto para libras, no qual serão realizados testes com essas ferramentas, com o intuito de propor melhorias para as mesmas através das comparações dos resultados desses testes. Neste capítulo foi realizada a parte introdutória de tudo que foi feito no projeto, citando a justificativa e a metodologia utilizada.

No capítulo 2 é apresentada a Fundamentação Teórica do trabalho, no qual serão tratados assuntos como a surdez, deficiência auditiva e os conceitos sobre a língua brasileira de sinais e tecnologia assistiva. No capítulo 3 é realizado o desenvolvimento do projeto, na qual são mostradas as ferramentas relacionadas ao trabalho, e são realizadas comparações entre elas, seguido dos capítulos 4 e 5, que tratam dos testes que foram feitos com essas ferramentas e os resultados e as considerações finais, respectivamente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo trará primeiramente os conceitos sobre surdos, deficientes auditivos e a língua brasileira de sinais. Posteriormente, será descrito sobre conceitos de tecnologia assistiva, e principalmente da importância e como a comunidade surda utiliza da tecnologia em seu dia a dia.

2.1 Surdos e Deficientes Auditivos

O termo "pessoa com necessidade especial" é usado em referência a portadores de anomalias físicas, psíquicas, fisiológicas, além de outras de difícil caracterização [7]. Por deficiência, de maneira geral, define-se toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica [8].

Pessoas com deficiência apresentam suas próprias características, na qual essas, muitas vezes, as tornam vítimas de preconceitos ou excluídas da sociedade. Em alguns casos, algumas até mesmo se auto excluem por se acharem inferiores, e outras se isolam das pessoas consideradas "normais" e procuram conviver com outra pessoa que possua a mesma deficiência [9].

A deficiência auditiva ou surdez em específico, pode ser adquirida durante a vida tanto quanto de forma hereditária. Infecções contraídas durante a gestação, remédios e drogas podem provocar má-formações no sistema auditivo do bebê. Além disso, infecções e traumatismos cranianos também podem levar crianças à desenvolverem surdez. Já na idade adulta, acidentes como: trânsito, doméstico e no trabalho, podem desencadear o quadro [2].

A audição é o sentido por meio do qual o indivíduo percebe os sons [10]. Enquanto as pessoas ouvintes mostram o funcionamento normal da audição pela habilidade nos atos de ouvir e falar, as pessoas surdas se destacam por uma fala truncada, de difícil compreensão e com auxílio gestual no ato da comunicação. Para uma pessoa ouvinte, a surdez representa uma perda da comunicação, uma exclusão a partir do seu mundo [11]. Abaixo uma definição de surdez, segundo o Ministério da Educação - MEC:

"A surdez consiste na perda maior ou menor da percepção normal dos sons. Verifica-se a existência de vários tipos de pessoas com surdez, de acordo com os diferentes graus de perda da audição." (MEC [12])

A partir dessa definição é possível observar e diferenciar os dois termos nos seguintes aspectos:

- **Surdez:** é considerado surdo todo aquele que tem total ausência da audição, ou seja, não escuta nada. Também pode ser considerado parcialmente surdo aquele que a capacidade de ouvir é funcional com ou sem prótese auditiva [13].
- **Deficiência Auditiva:** consiste em uma perda parcial ou total da capacidade de detectar sons, que pode ser causada por má-formação (causa genética), lesão na orelha ou na composição do aparelho auditivo [13].

Como foi falado anteriormente, surdos ou deficientes auditivos tem alguns problemas com o sentido da audição, porem não são os mesmos. A diferença entre estes dois termos depende da perspectiva de análise que se está utilizando. De um ponto de vista natural, são sim sinônimos utilizados para referir qualquer tipo de perda auditiva, seja ela em grau leve, moderado, severo ou profundo, em um ou ambos os ouvidos. Essas diferenças de perda de audição se devem a [14]:

- **Perda de grau leve:** É considerado perda de grau leve quando se apresenta uma perda auditiva de até 40 (quarenta) decibéis. Essa perda impede que a pessoa perceba igualmente todos os fonemas das palavras, e quando há uma voz fraca ou distante, não é possível ouvi-la. No geral, o indivíduo é considerado desatento, por causa das frequentes solicitações de repetição daquilo que lhe foi dito. Essa perda auditiva não impede a aquisição normal da língua oral, mas poderá ser a causa de algum problema de articulação na leitura e/ou escrita [13].
- **Perda moderada:** É considerada perda moderada quando se apresenta perda auditiva entre 40 (quarenta) e 70 (setenta) decibéis. Esses limites encontram-se no nível de percepção da palavra, sendo necessária uma voz com certa intensidade para que seja adequadamente percebida. É frequente o atraso de linguagem e as alterações articulatórias, no qual a utilização de prótese auditiva e acompanhamento fonoaudiológico são necessários para suprir dificuldades de comunicação e aprendizagem [13].
- **Perda severa:** É considerada perda severa quando se apresenta perda auditiva entre 70 (setenta) e 90 (noventa) decibéis. Este tipo de perda pode permitir que a pessoa identifique alguns ruídos familiares e a percepção apenas de voz forte. É comum que a pessoa chegue até aos quatro ou cinco anos sem aprender a falar. Caso a família esteja bem orientada pela área da saúde e educação, a criança pode chegar a adquirir linguagem oral, na qual compreensão verbal vai depender, na grande maioria, de sua aptidão para utilizar a percepção visual e observar o contexto das situações [13].
- **Perda profunda:** É considerada perda profunda quando se apresenta perda auditiva superior a 90 (noventa) decibéis. A gravidade dessa perda é tanta, que não há

compreensão da palavra sem fazer o uso da prótese auditiva ou do implante coclear, privando assim a pessoa de identificar e perceber a voz humana, a impedindo de adquirir a língua oral, o qual geralmente utiliza uma linguagem gestual, podendo assim ter pleno desenvolvimento linguístico por meio da língua de sinais [13].

Mas essa perspectiva natural não é a única existente. Um entendimento de surdez em cima de uma perspectiva histórica e cultural ressalta diferentes modos de vivenciar as diferentes perdas de audição. Os surdos são pessoas que não se consideram deficientes, utilizam uma língua de sinais (no Brasil, Libras), valorizam sua história, arte, literatura e também propõem uma pedagogia própria para a educação das crianças surdas. Já os deficientes auditivos seriam as pessoas que não se identificam com essa cultura e a comunidade surda [14].

Visto isso, ao contrário do que muitos pensam, o surdo que se identifica com a língua de sinais e a comunidade surda, não gosta de ser chamado de deficiente auditivo, pois tem orgulho de ser surdo e não se considera um deficiente. Já a situação da pessoa que não se identifica com a comunidade surda, na sua maioria é um pouco mais delicada, pois alguns se incomodam muito quando seu déficit auditivo é percebido, outros se reconhecem como deficientes auditivos, enquanto a expressão “surdo-mudo” caiu em desuso [14].

Portanto, estes termos não se tratam apenas de uma simples nomenclatura. Esta diferenciação permite compreender, que um surdo não passa despercebido em qualquer ambiente que esteja, pois utiliza das mãos para se comunicar em uma língua gestual-visual, e assim poderá também utilizar da mediação de um intérprete de língua de sinais. Já a situação do deficiente auditivo é outra, pois ele será reconhecido pelos demais quando notar-se a presença de um aparelho auditivo ou perceber-se alguma dificuldade na fala. É comum que o deficiente auditivo se esforce muito para que sua dificuldade passe despercebida, já que a perda auditiva causa desconforto e é muitas vezes motivo de discriminação e preconceito [14].

2.1.1 Dificuldades

A deficiência auditiva é tratada por muitos autores como o tipo de deficiência com maior dificuldade no convívio com o restante da sociedade. Se comparado as pessoas com outras deficiências, como: deficiência física e visual, o deficiente auditivo é o que mais enfrenta dificuldade de inclusão na sociedade, pois a audição é o sentido essencial para a aquisição e uso da linguagem [15].

No Brasil, os surdos só tiveram o primeiro acesso à educação durante o Império, no governo de Dom Pedro II, que foi quem criou a primeira escola de educação para meninos surdos, em 26 de setembro de 1857, na antiga capital do País, o Rio de Janeiro.

Atualmente, no lugar da escola funciona o Instituto Nacional de Educação de Surdos (Ines) [2].

A acessibilidade para surdos ainda é um desafio. Essa parcela da população ainda enfrenta dificuldades para conseguir realizar atividades do dia a dia, no qual relatos dizem que um dos principais problemas é a falta de intérpretes, já que para pessoas surdas, a presença desses profissionais é de fundamental importância.

Segundo a professora de Libras Renata Rezende, nos hospitais os problemas são ainda mais graves, pois como o termos e palavras usados pelos médicos são muito técnicos, isso acaba se tornando bastante confuso. "Tenho de explicar para o médico que eu consigo ler, ele tem de escrever para mim. Ele pode passar um remédio que eu tenha algum tipo de alergia, eu tenho de ter bastante atenção. Uma atenção sempre redobrada quando eu vou ao hospital e principalmente nesse âmbito da saúde" relatou Renata [2].

Problemas no trânsito são também frequentemente enfrentados por pessoas surdas. Barulhos frequentes que, para muitos geram estresse e aflição, como buzinas, ruído dos motores, para os surdos, fazem falta, em que dirigir se torna uma atividade silenciosa. Pela primeira vez, em outubro de 2015 a prova teórica do Detran/SP foi aplicada a um candidato surdo com intermediário de um intérprete [16]. O que é uma reclamação muito frequente entre a comunidade surda, no qual alegam que nem todas as autoescolas têm intérprete da Língua Brasileira de Sinais (Libras).

Mas essas dificuldades não se limitam ao processo de obtenção da carteira, elas atingem também a interação com motoristas não surdos, o que ocasiona incidentes pela falta de comunicação adequada. Com intuito de minimizar esses casos, a Lei 8.160/1991 sugere o uso do Símbolo Internacional de Surdez adesivado na traseira de veículos conduzidos por surdos, como uma solução alternativa para informar aos demais motoristas que aquele não irá responder a ruídos de sirenes ou buzinas, sendo a sinalização por faróis o recurso mais apropriado. A lei, no entanto, não foi regulamentada, ou seja, sua aplicação não é algo obrigatório, e por isso nem todos os surdos fazem uso [2].

Paula Pfeifer, autora do Blog Crônica da Surdez, é uma deficiente auditiva que escreveu livros para a comunidade surda, e também faz diversas crônicas sobre as dificuldades encontradas por um surdo em momentos rotineiros do seu dia a dia, e às vezes cruciais para a solução de um problema. Veja alguns desses exemplos:

- "O deficiente auditivo abre conta num banco e paga as tarifas como qualquer cliente, mas não tem como se comunicar com o banco fora do horário de expediente, a não ser que cometa fraude pedindo para alguém fingir que é ele ao telefone."
- "O deficiente auditivo vai pegar um avião, mas periga de perder o mesmo porque quando trocam o voo de portão ou alteram o horário, avisam pelo alto falante."

- "O deficiente auditivo mora sozinho e vai dormir. O alarme do seu carro dispara. Os vizinhos sabem que ele está em casa, tocam na campainha, não obtém resposta. Aí arrombam a porta do seu apartamento e quase matam o cara de susto!"

Estas crônicas relatam dificuldades que os surdos encontram diariamente, ao tentar realizar atividades que para pessoas não surdas, seriam consideradas "simples". Crônicas parecidas como essas estão disponíveis no site Argosy - Aparelhos Auditivos¹.

2.2 Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS

Libras é a língua natural do indivíduo surdo brasileiro, sendo assim, o português se torna uma segunda língua para o mesmo [17]. *William Stokoe* é considerado o pai da língua de sinais americana, pois foi o primeiro a analisar uma língua desse tipo (a *American Sign Language* - ASL) como uma língua natural. Ele era ouvinte e, ao começar a dar aulas de inglês e literatura inglesa na "*Gallaudet University*", percebeu que os sinais usados pelos surdos não eram os mesmos que os professores utilizavam para ensiná-los [18]. Visto isso, decidiu então analisar e avaliar os sinais, assim resultando nos primeiros estudos fonológicos da língua de sinais [19].

A Fonologia é o ramo da linguística que frequentemente dispõe-se a identificar as estruturas básicas que constituem o fonema, isto é, estruturas sonoras, e como se dão as relações dessas com todas as outras. Ocorre-se o mesmo para os sinais, porém a estrutura não é sonora e sim "manual". *Stokoe* propôs o termo "*quirológia*", que vem do grego: *kheir*, mão + *logos*, palavra, estudo. Entretanto, após 1978 tanto ele como outros pesquisadores passaram a utilizar do termo "fonologia" também para as estruturas básicas não sonoras das línguas de sinais, pois "mesmo havendo diferenças na modalidade, os princípios linguísticos subjacentes eram compartilhados"[19]. Passado um tempo, novos pesquisadores integraram mais informações aos estudos de *Stokoe*, o que resultou nos cinco parâmetros da Fonologia da Língua de Sinais, que são eles: configuração de mão, movimento, locação, orientação da mão e expressões não-manuais [20], os quais serão descritos a seguir.

- A configuração de Mão (CM) refere-se a forma da mão durante o sinal, sendo um parâmetro fonético. Assim como temos nas línguas orais diferentes fonemas, as línguas de sinais têm diferentes configurações de mão (a língua brasileira de sinais apresenta 46 CM's diferentes) [20].
- O Movimento (M) refere-se ao movimento de uma determinada configuração de mão. Sinais diferentes podem ter a mesma configuração de mão, porém ter significados

¹ <http://www.argosy.com.br/noticias-detalhes.asp?id=68>

totalmente distintos a partir do movimento. "É um parâmetro complexo que pode significar a mesma coisa com diferente frequência, intensidade, local ou pode não se referir a nada especificamente. O movimento tem tipo, direcionalidade, maneira e frequência"[20].

- A Locação (L), também conhecida por "ponto de articulação"segundo *Stokoe*, refere-se ao local no espaço no qual o sinal será articulado. Esse espaço contempla todo o ambiente no qual as mãos alcançam, e define as quatro principais áreas de articulação, que são elas: cabeça, mão, tronco e espaço neutro. "Um sinal pode ir de uma locação à outra através do Movimento do sinal, porém sempre tem a sua locação principal"[21].
- A Orientação da mão (Or) refere-se à direção para qual a palma da mão aponta na realização de um sinal. Em Libras temos seis Or's presentes: para cima, para baixo, para o corpo, para frente, para a esquerda e para a direita [20].
- As expressões não-manuais (ENM) referem-se as funções sintáticas do tipo: marcação de sentença interrogativa, concordância, discordância e diferenciação lexical. Fisicamente falando, são expressões faciais, inclinações de cabeça, balanço de ombros, entre outros, no qual é possível que ocorra mais de uma ENM em um mesmo sinal [21].

As mãos são consideradas os articuladores primários nas línguas de sinais. Para sinais que são realizados apenas por uma mão, não há diferença entre usar a direita ou esquerda, isso geralmente depende da mão dominante da pessoa (destro ou canhoto) [21].

A sintaxe da Língua brasileira de sinais tem aspectos bem diferentes das línguas orais. Existe algo que chamamos de "sintaxe espacial", que segundo Quadros e Karnopp [20], "Qualquer referência usada no discurso requer o estabelecimento de um local no espaço de sinalização". O espaço de sinalização tem grande significado na Libras, assim como as expressões faciais do sinalizador, que são considerados gramaticais, pois sempre estão em constante sincronia com os sinais e devem ser interpretadas de forma igual pelo interlocutor [21].

De acordo com Quadros e Karnopp [20], a morfologia das línguas de sinais estuda a estrutura interna do sinal e suas regras para a formação de sinais novos. Assim como as palavras na língua oral, os sinais pertencem a categorias como substantivo, adjetivo, verbo, etc. Existem sinais nativos, soletração manual e seus derivados. A soletração manual se dá pelo fato de Libras pertencer a um país de maioria ouvinte, no qual palavras que foram derivadas de outras línguas (que não a portuguesa), os sinais são realizados a partir de soletração manual.

A morfologia divide-se em duas áreas: derivacional e flexional. Ambas encontradas tanto na língua oral como na de sinais. Na derivacional é possível citar o exemplo do verbo "sentar", no qual é realizado a partir do sinal de "cadeira", porém com movimento de cima para baixo, como é possível ver na figura 1.

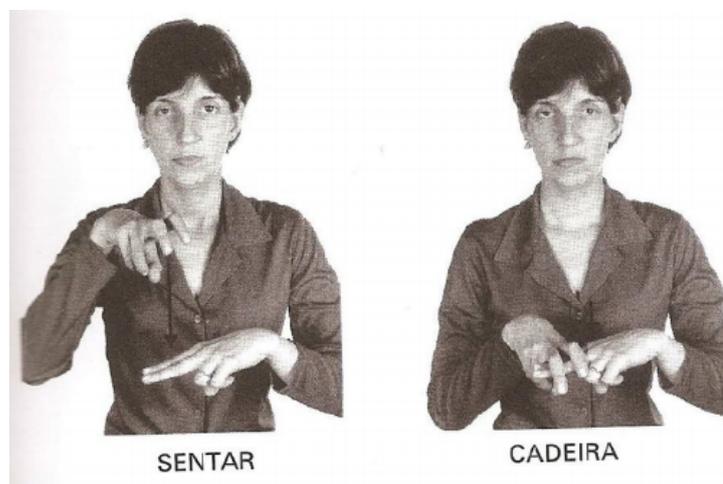


Figura 1 – Verbo "Sentar" tem representação semelhante ao sinal do substantivo "Cadeira".
Fonte: Quadros e Karnopp [20].

Já na morfologia flexional podemos utilizar do exemplo da palavra "bonito", em que é necessário a mesma configuração de mão e movimento, porém quando pretende-se dizer "muito bonito", é feito um movimento maior e com mais tensão, no qual esse "muito" deve ser analisado e julgado a partir da intensificação do sinal, como é possível ver na figura 2.



Figura 2 – Sinal equivalente a palavra "Bonito" em Libras. Fonte: Quadros e Karnopp [20].

O status de “língua” atribuído à Língua de Sinais se deve ao fato de assim como todas as outras línguas, ela também ser composta pelos níveis linguísticos fonológico, morfológico, sintático e o semântico. No entanto, o que diferencia as Línguas de Sinais das demais línguas é a sua modalidade visual-espacial, na qual o que é denominado palavra ou item lexical nas línguas oral-auditivas é denominado sinal nas línguas de sinais. Estes sinais são criados a partir de combinações de formas, movimentos das mãos e pontos de

articulação no corpo ou no espaço no qual estes são realizados [5]. Na figura 3 é mostrado o alfabeto da língua brasileira de sinais².

A Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS, é uma língua criada para os surdos, que visa proporcionar aos seus usuários habilidades linguísticas essenciais com o intuito de um desenvolvimento pleno dos mesmos. Foi baseada na Língua de Sinais Francesa e surgiu a partir do Instituto dos Surdos-Mudos, fundado em 1857 como a primeira escola para surdos no Brasil. Assim como toda língua, apresenta os regionalismos, mantendo legitimidade como língua, e cada país apresenta a sua [5].

A datilologia (soletração), ou alfabeto manual, é usado para expressar nomes próprios ou compostos, como por exemplo, nome de pessoas, cidades e lugares específicos, pois para essas palavras não são criados sinais [5]. Esse método também é muito utilizado nas ferramentas que foram analisadas nesse trabalho, pois quando não há acesso à internet, as ferramentas utilizam da datilologia para realizar a tradução, já que o alfabeto está salvo nas próprias aplicações, assim não necessitando de acesso à internet.

A Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS, foi reconhecida como a segunda língua oficial no Brasil, pela Lei Federal nº 10.436, em 24 de abril de 2002, e regulamentada pelo Decreto nº 5.626, em 22 de dezembro de 2005, que dispõe o seguinte: "O sistema educacional federal e sistemas educacionais estaduais, municipais e do Distrito Federal devem garantir a inclusão nos cursos de formação de Educação Especial, de Fonoaudiologia e de Magistério, em seus níveis médio e superior, do ensino da Língua Brasileira de Sinais – Libras - como parte integrante dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs, conforme legislação vigente".

2.3 Tecnologia e os Surdos

Segundo a *World Federation of the Deaf*, 70 milhões de pessoas no mundo são surdas³. E de acordo com o Censo 2012 do IBGE, apenas no Brasil 9,7 milhões de pessoas se declaram deficientes auditivos (cerca de 5,1% da população) [2]. Essas são pessoas que enfrentam diariamente barreiras da linguagem, encontrando dificuldades de se adaptar e adentrar no mercado de trabalho, nas universidades ou até mesmo nos ambientes familiares, por causa da dificuldade em se comunicar [22].

Do ponto de vista dos surdos, as suas possibilidades de comunicação tiveram um amplo avanço com o uso do computador e da Internet, pelo fato de serem tecnologias visualmente acessíveis. Se, para os ouvintes, elas abriram perspectivas que levaram a profundas modificações nos usos e costumes de toda a sociedade, para os surdos, essas mudanças foram ainda mais significativas [23].

² <http://cmais.com.br/vilasesamo/incluir-brincando/alfabeto-em-libras>

³ <https://wfdeaf.org/>

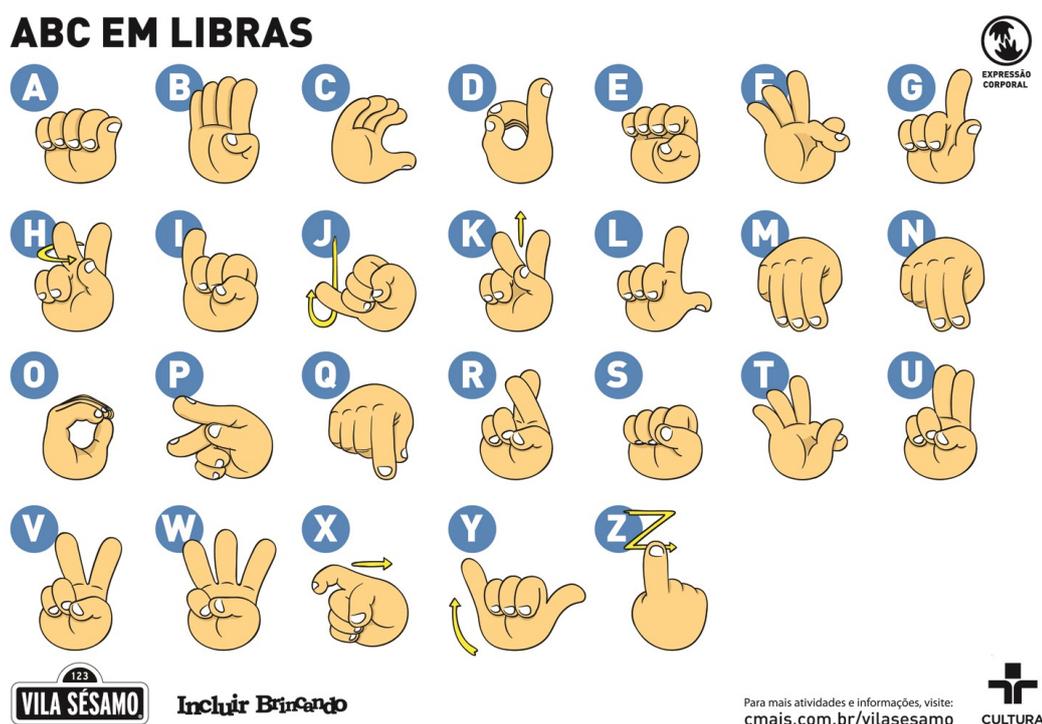


Figura 3 – Alfabeto de LIBRAS. Imagem retirada do site "Vila Sésamo".

"A chegada do computador aponta para novos horizontes e para a necessidade de introduzir os alunos no mundo digital. O desafio digital fez com que as aulas de informática surgissem nas escolas e em outros espaços de ensino. Esse movimento se deu na educação dos ouvintes, e também na dos surdos, pois se percebia que uma tecnologia visual trazia para essa população um novo campo de inclusão." (STUMPF [23])

Entretanto, se as novas tecnologias revolucionam o mundo das comunicações e fazem dele um lugar mais acolhedor para os surdos, as grandes dificuldades quanto à integração desses avanços na vida da maioria deles permanecem. Um exemplo de barreira que dificulta a total acessibilidade por parte dos surdos a essas novas tecnologias, pode ser o fato de que em sua grande maioria, mesmo elas sendo visuais, demandam sujeitos alfabetizados na hora do uso [23].

Mas, este cenário vem mudando aos poucos, através da tecnologia que vem obtendo transformações. Já existem diversos softwares e aplicativos que promovem a inclusão de pessoas com deficiência auditiva, que podem servir como alternativas que buscam integrar estas pessoas à sociedade. Alguns desses softwares serão citados na sessão de Desenvolvimento do presente trabalho, no qual eles tem como função a tradução de voz e texto para a língua brasileira de sinais.

Para as pessoas do mundo todo, que são surdas ou que possuem alguma deficiência

auditiva, a revolução dos *smartphones* foi tão importante, que para muitos a expressão "recursos que mudam a vida", não vem com nenhuma dose de exagero, pois a partir dessa revolução, eles puderam realizar atividades, que há cinco ou dez anos eram consideradas impossíveis [24].

O *pager WyndTell* lançado em 1998, e posteriormente modificado para o que conhecemos atualmente como *BlackBerry*, juntando-se em 2002 ao telefone *Sidekick* da *T-Mobile*, é considerado a primeira tecnologia desenvolvida para a comunidade surda. Nessa época, o *e-mail* já havia superado os aparelhos de teletipo (TTY), inventados na década de 60 para a comunicação por texto via linhas telefônicas, que já eram quase obsoletas [24].

Atualmente, os *smartphones* e *tablets*, juntos de diversos aplicativos, permitem que os surdos e deficientes auditivos façam quase tudo que a comunidade ouvinte pode fazer, desde pedir um táxi ou *Uber*, até fazer uma encomenda para o jantar. É possível também encontrar salas de cinema que estejam exibindo filmes com legendas ou alertar os usuários sobre sons comuns, como a campainha da porta e alarmes em geral [24].

2.4 Tecnologia Assistiva

A evolução tecnológica caminha na direção de tornar a vida mais fácil. Sem nem mesmo percebermos, utilizamos frequentemente ferramentas que foram desenvolvidas para favorecer e simplificar nossas atividades do dia a dia, como os talheres, computadores, controle remoto, telefones celulares, entre tantos outros, que já estão relacionados à nossa rotina, e de forma geral, "são instrumentos que facilitam nosso desempenho em funções pretendidas"[25].

Segundo o conceito proposto pelo "Comitê de Ajudas Técnicas, da Secretaria dos Direitos Humanos da Presidência da República", são considerados recursos de Tecnologia Assistiva, desde artefatos simples, como um talher adaptado, até os mais sofisticados sistemas de computadores, desde que sejam utilizados com a finalidade de proporcionar maior independência e autonomia à pessoa com deficiência, como é possível ver no parágrafo abaixo [26]:

"Tecnologia Assistiva é 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 pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social."(GALVÃO FILHO [26])

Abaixo temos outro conceito de Tecnologia Assistiva, segundo Bersch e Tonolli:

"Tecnologia Assistiva (TA) é um termo ainda novo, utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão."(BERSCH e TONOLLI [27])

É possível introduzir também o conceito de Tecnologia Assistiva a seguinte frase de Radabaugh:

"Para as pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis."(RADABAUGH [28])

Esse tipo de tecnologia deve ser visto como um auxílio que tem como intuito promover o aumento de uma habilidade funcional deficitária ou possibilitar a realização de uma função que antes se encontrava impedida por circunstância de alguma deficiência. É possível dizer que o maior objetivo da Tecnologia Assistiva é proporcionar à pessoa com deficiência maior independência, melhor qualidade de vida e inclusão social, através do aumento de sua comunicação, mobilidade, habilidades de seu aprendizado e trabalho [25].

Os recursos de Tecnologia Assistiva podem ser organizados ou classificados de acordo com objetivos funcionais a que se destinam. Essas categorias podem variar entre [25]:

- **Auxílios para a vida diária e prática;**
- **Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA);**
- **Recursos de acessibilidade ao computador;**
- **Sistemas de controle de ambiente;**
- **Projetos arquitetônicos para acessibilidade;**
- **Órteses e próteses;**
- **Adequação Postural;**
- **Auxílios de mobilidade;**
- **Auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas;**
- **Auxílios para pessoas com surdez ou déficit auditivo;**
- **Mobilidade em veículos;**

- **Esporte e Lazer;**

Nesta pesquisa em específico iremos nos aprofundar apenas no conteúdo sobre "Auxílios para pessoas com surdez ou déficit auditivo", que trata a respeito de como a Tecnologia Assistiva auxilia na vida de pessoas surdas ou com alguma deficiência auditiva.

2.4.1 Tecnologia Assistiva para Surdos

Tecnologias Assistivas para Surdos envolvem vários equipamentos (infravermelho, FM), como: aparelhos para surdez, telefones com teclado-teletipo (TTY), sistemas com alerta tátil-visual, celular com mensagens escritas e chamadas por vibração, software que favorece a comunicação ao telefone celular, transformando em texto a mensagem falada e vice-versa, dicionários digitais em língua de sinais, sistema de legendas do tipo *close-caption*, entre muitos outros [25].

Um dos mais antigos produtos de Tecnologias Assistivas para os surdos, visto sob o ponto de vista médico, seriam os aparelhos de amplificação sonora. Chifres de animais, folhas de plantas, entre outros apetrechos, que possuam um formato de corneta, eram utilizados desde a pré-história com o objetivo de amplificação sonora, minimizando assim perdas auditivas. A partir de 1800, com o desenvolvimento científico e tecnológico, permitiu-se a utilização de recursos mais sofisticados, como a transmissão de impulsos eletromagnéticos, que deu origem ao que conhecemos atualmente como "próteses auditivas". Com o surgimento dos aparelhos com transistores (século XX) e atualmente com o uso da tecnologia digital, foi possível trazer para os usuários desses produtos a garantia de resultados mais satisfatórios em termos de amplificação sonora. [29].

Os equipamentos de Tecnologia Assistiva apresentados nesta sessão não resolvem com clareza uma das maiores consequências da surdez, que é a dificuldade de aquisição da língua oral. Frequentemente pessoas com surdez pré-lingual têm enormes dificuldades no aprendizado da língua oral de maneira natural. Contudo, as pessoas com deficiência auditiva severa pós-lingual, conseguem manter seus níveis de fala e compreensão da língua oral inalterados, desde que essa faça uso de algum recurso de tecnologia assistiva [29].

"Para muitos surdos pré-linguais, mesmo com a utilização de recursos de tecnologia assistiva, a aquisição da língua oral de sua comunidade será praticamente impossível dentro dos padrões considerados ideais para tal. Não estamos aqui falando sobre a capacidade de emissão vocal e sim sobre a aquisição contextual da língua. Podemos dizer que a aquisição da língua oral para os surdos profundos pré-linguais se dará quase sempre no nível de uma língua estrangeira. Alguns poucos conseguirão ser "bilíngues 50%", mas a maioria, certamente, não atinge esse nível de proficiência."(RAMOS [29])

Porém, desde 1930 pesquisadores se dedicam na tentativa de correção da perda auditiva, com o desenvolvimento do que popularmente conhecemos como "implante coclear", que é uma espécie de aparelho de amplificação sonora implantado diretamente na cabeça da pessoa, mas que ainda necessita de um aparelho receptor externo para captação dos sons [29]. Na figura 4 é mostrado um exemplo de implante coclear⁴.



Figura 4 – Exemplo de um implante coclear. Imagem retirada do blog "Acessibilidade Saúde e Informação".

Os Telefones de texto (TTY), são aparelhos que os surdos usam para se comunicar com outras pessoas através do telefone. Com muita semelhança as antigas máquinas de escrever, ele é composto por uma tela LCD e um berço para o telefone. É necessário que ambas as partes possuam um TTY para que ocorra a ligação. Mas, também há um sistema de revezamento nacional em que a pessoa surda pode usar um TTY para chamar alguém que não possua um TTY [30]. Na figura 5 é possível ver um exemplo de TTY⁵.



Figura 5 – Exemplo de um telefone de texto (TTY). Imagem retirada do site "Notisurdo".

Sinalizadores visuais de alerta são dispositivos que usam luzes para comunicar e alertar a pessoa surda de ações, que para ouvintes são geralmente sinalizadas através do

⁴ <http://acessibilidadesaudeeinformacao.blogspot.com.br/2015/03/a-descoberta-de-um-novo-sentido.html>

⁵ <http://notisurdo.com.br/tecnohist.html>

som, como por exemplo: toque do telefone, alarme de incêndio, entre outros. Telefones celulares e *paggers* também permitem que os usuários surdos enviem *e-mails*, *faxes*, e outros. Um exemplo desse dispositivo é mostrado na figura 6.



Figura 6 – Exemplo de um sinalizador visual de alerta. Fonte: Google Imagens.

3 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento deste trabalho se deu por meio de análises e casos de testes que foram realizados com ferramentas de tradução de voz e texto para a língua brasileira de sinais. Através das pesquisas realizadas, foram encontradas três ferramentas principais nesse meio, que são elas: ProDeaf, VLibras e Hand Talk.

Primeiramente, foi feita uma análise preliminar dessas ferramentas, sem relação com o desempenho e/ou performance de cada uma. O intuito dessa primeira etapa é deixar o leitor a par do surgimento, quais as propostas, a disponibilidade referente as plataformas, os criadores, entre outras informações que sejam relevantes para conhecer tais ferramentas.

Dando continuidade ao desenvolvimento do projeto, foram efetivamente realizados os testes com essas ferramentas, agora sim com o intuito de analisar seu desempenho e performance, para então chegar as conclusões finais sobre cada uma. Essas análises e testes foram realizadas juntamente com mais dois profissionais que atuam dentro da comunidade surda.

Um desses profissionais é o professor e interprete de libras, Luiz Renato Martins da Rocha, mestre em Educação Especial e atualmente cursando doutorado na mesma área. Luiz Renato é docente na Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP, nas disciplinas de Libras, Cálculo aplicado à Biologia, Estatística e Probabilidade; e é também tradutor e intérprete de Libras/Língua Portuguesa na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, no campus de Cornélio Procópio. Nesse trabalho Luiz Renato foi fundamental para a realização dos testes, pois, com seu conhecimento em Libras, participou efetivamente de todos os casos de testes realizados, sendo entrevistado sobre o desempenho de cada ferramenta, a partir dos testes realizados, e que serão descritos na sessão de Testes.

A professora Vanessa Francisquinho da Silva, que é surda e ministra aulas de Libras tanto para alunos surdos como ouvintes, na Associação Jacarezinhense de Atendimento ao Deficiente Auditivo e Visual - AJADAVI, também participou de todos os testes realizados, e foi de suma importância para as considerações finais, já que suas observações tendem a ser mais próximas para o que a comunidade surda necessita nessas ferramentas.

A ideia principal das análises é observar o desempenho dessas ferramentas, para que com isso, futuramente esse trabalho seja usado para o desenvolvimento de novos modelos de ferramentas desse tipo, ou até mesmo uma nova ferramenta. Na sessão de considerações finais, será possível analisar se essas ferramentas atendem ou não as necessidades da comunidade surda, e dentro daquilo que elas propõem, se obtêm um bom desempenho.

3.1 Ferramentas Existentes

Nessa sessão serão descritas as ferramentas que foram analisadas durante o desenvolvimento desse trabalho como um todo, e também, serão feitas algumas comparações entre as funcionalidades básicas das mesmas, para análise de pontos positivos e negativos de cada uma. Uma análise mais detalhada e baseada em casos de teste será realizada na sessão seguinte.

As aplicações a serem analisadas são ferramentas que realizam a conversão de voz e texto para a língua brasileira de sinais - Libras. O intuito dessas análises é conhecer e observar a maneira como elas funcionam e, se necessário, propor melhorias com base nos casos de teste que serão realizados durante o desenvolvimento do presente trabalho.

As seguintes ferramentas foram analisadas:

3.1.1 ProDeaf

O ProDeaf é um software de tradução de texto e voz da língua portuguesa para a língua brasileira de sinais - LIBRAS, que tem como objetivo ajudar na comunicação entre surdos e ouvintes. Desenvolvido pelos alunos João Paulo Oliveira, Lucas de Araújo Mello Soares, Amirton Chagas, Flavio Almeida e Daniel Ferreira, ambos estudantes de Ciência da Computação na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), a ferramenta ProDeaf assume um papel parecido com o de um intérprete de português e LIBRAS, através de um avatar que realiza os sinais (gestos) [31]. Com o reconhecimento internacional que o ProDeaf recebeu em 2011, ao ficar em segundo lugar no mundial da Imagine Cup 2011, evento promovido pela empresa Microsoft, o aplicativo ganhou um grande aumento no seu número de usuários, o que ajudou a melhorar e aprimorar o mesmo em vários aspectos [32].

O ProDeaf está disponível para download gratuito em diversas plataformas, que são tituladas em dois tipos principais: O ProDeaf Móvel, no qual está disponível para aparelhos com Android (via Google Play), iOS (iPhone/iPad/iPod) e Windows Phone (via Windows Phone Store), no qual o aplicativo realiza a conversão de conteúdo digital (áudio, texto) para libras; E o ProDeaf Web, que é uma ferramenta desktop que pode ser usada nos navegadores para realizar a tradução de texto para libras. O ProDeaf ainda conta o ProDeaf Dicionário de Libras, em que o usuário pode consultar centenas de palavras em Português e ver sua representação em Libras, que é apresentada pelo avatar animado em tecnologia 3D. O ProDeaf conta também com diversos parceiros e apoiadores, como a Wayra Brasil – Telefônica, Microsoft, Sebrae e CNPq. Sua equipe é multidisciplinar, ou seja, integrada por programadores, linguistas, designers, tradutores e Surdos, que realizam pesquisas e experimentos desde 2010, que foi quando os alunos (e agora criadores da ferramenta) começaram a trabalhar para tentar desenvolver uma solução global para um

problema percebido em sala de aula [33].

Na figura 7 é mostrada uma captura de tela da aplicação ProDeaf em funcionamento, e na figura 8 é apresentada uma captura de tela do dicionário da ferramenta, que é de fundamental importância para o uso da ferramenta sem acesso à internet.



Figura 7 – Fonte: Captura de tela do aplicativo ProDeaf, 2017.

A ferramenta permite como entrada o texto falado (via reconhecimento de voz) ou o texto digitado no próprio teclado do celular. Quando uma tradução é realizada, uma legenda é adicionada na tela para o acompanhamento do que realmente está sendo traduzido, isso facilita bastante ao usuário identificar se o que está sendo traduzido foi o que ele realmente disse, caso o mesmo não tenha conhecimento da língua brasileira de sinais.

A respeito do avatar, é possível rotacionar o mesmo, não completamente, mas em um ângulo no qual seja possível observar todos movimentos do corpo na realização do sinal. Como foi citado anteriormente, existe na aplicação um dicionário de libras, que pode ser

baixado no celular e acessado de qualquer lugar a qualquer momento, sem a necessidade de conexão com internet. A aplicação conta ainda com uma aba "Frases comuns", na qual são encontradas algumas traduções já prontas que são usadas no cotidiano, assim facilitando na hora de uma conversação do dia-a-dia.

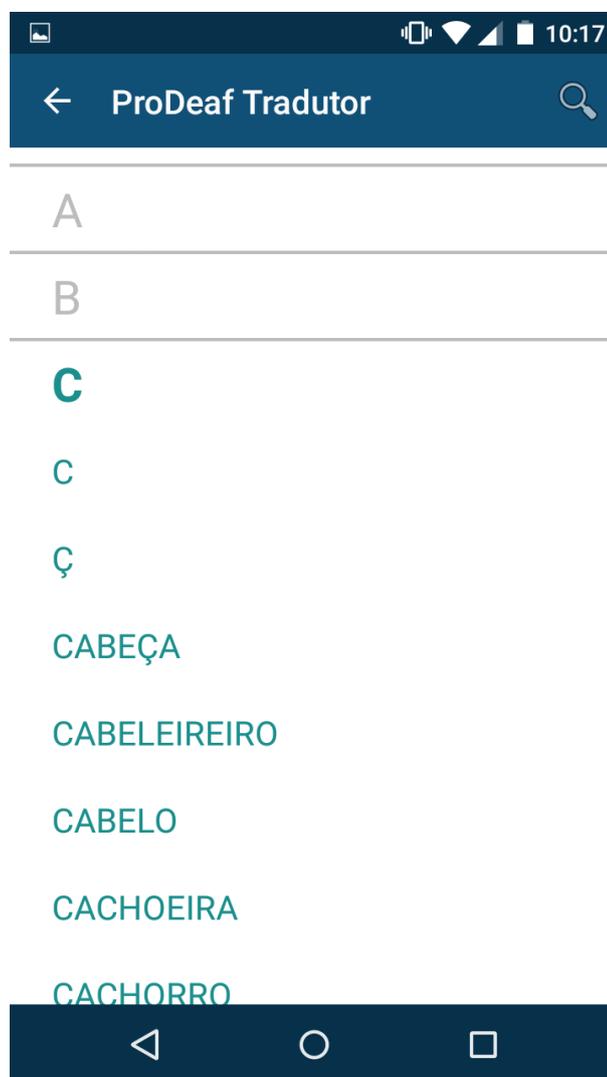


Figura 8 – Dicionário ProDeaf.

3.1.2 VLibras

A Suite VLibras surgiu a partir de uma parceria entre o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MP) através da Secretaria de Tecnologia da Informação (STI) e a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no qual o projeto consiste em um conjunto de ferramentas computacionais de código aberto, que tem como principal função realizar a tradução de conteúdos digitais (áudio, texto e vídeo) para a Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS, e com isso tornar os meios tecnológicos (computadores, dispositivos móveis, plataformas Web e etc) acessíveis para pessoas surdas [34].

Essa Suite é composta pelas seguintes ferramentas: VLibras-Plugin, VLibras, VLibras-Vídeo e WikiLibras. Todas essas ferramentas possuem o mesmo núcleo central de desenvolvimento, denominado VLibras-Núcleo, no qual são concentradas as principais funcionalidades dessas ferramentas.

Considerado como peça fundamental para a aplicação, o WikiLibras é uma ferramenta Web de construção colaborativa de sinais em libras, que junto do Dicionário de LIBRAS que foi desenvolvido pela equipe do projeto, mantém a aplicação com um grande número de sinais já cadastrados na ferramenta (mais de 13000 atualmente). A ideia principal do WikiLibras é permitir que colaboradores participem do processo de desenvolvimento do Dicionário de libras, seja adicionando novos sinais, editando os sinais já existentes ou até mesmo corrigindo os sinais que são enviados por novos colaboradores, tornando o seu desenvolvimento mais produtivo [35].

O VLibras-Plugin é uma extensão de navegador que quando ativa permite que o usuário traduza qualquer texto selecionado no navegador para libras de forma rápida e automática, isso torna qualquer página da internet acessível pelo usuário surdo. Já o VLibras-Vídeo tem como função traduzir vídeos submetidos pelo usuário para libras, permitindo assim que os usuários surdos tenham acesso também a conteúdos multimídia.

O VLibras propriamente dito conta com as versões principais da ferramenta como um todo, na qual uma delas é o VLibras-Mobile (smartphone ou tablet). Essa ferramenta está disponível em praticamente quase todas as plataformas do tipo, apenas a plataforma Windows Phone não conta com a aplicação em sua biblioteca de aplicativos, já Android e iOS tem disponível em sua biblioteca para download gratuito (Play Store e Apple Store respectivamente).

A ferramenta VLibras (mobile e desktop) conta com diversos recursos como: legenda durante a tradução que o avatar está realizando, aceleração ou desaceleração de animação da tradução, entrada por texto ou áudio, pausas durante a tradução, entre outros, como é possível ver na figura 9.

O avatar permite uma rotação em 360 graus, na qual se torna possível observar todos os movimentos do corpo e de diversos ângulos diferentes na hora da realização do sinal. A aplicação conta também com um dicionário de libras para realização de consulta de sinais de forma mais rápida.

Além de todas as funcionalidades já citadas, a aplicação conta com uma que merece destaque: a função de Regionalismos. Assim como na língua portuguesa, que tem o que chamamos popularmente de "sotaque", que nada mais é que uma maneira diferente de pronunciar certas palavras, dependendo da região em que se tem vivido, a língua brasileira de sinais também conta com os regionalismos de libras para cada estado, e assim antes de cada tradução é possível selecionar um para melhorar ainda mais a precisão do que

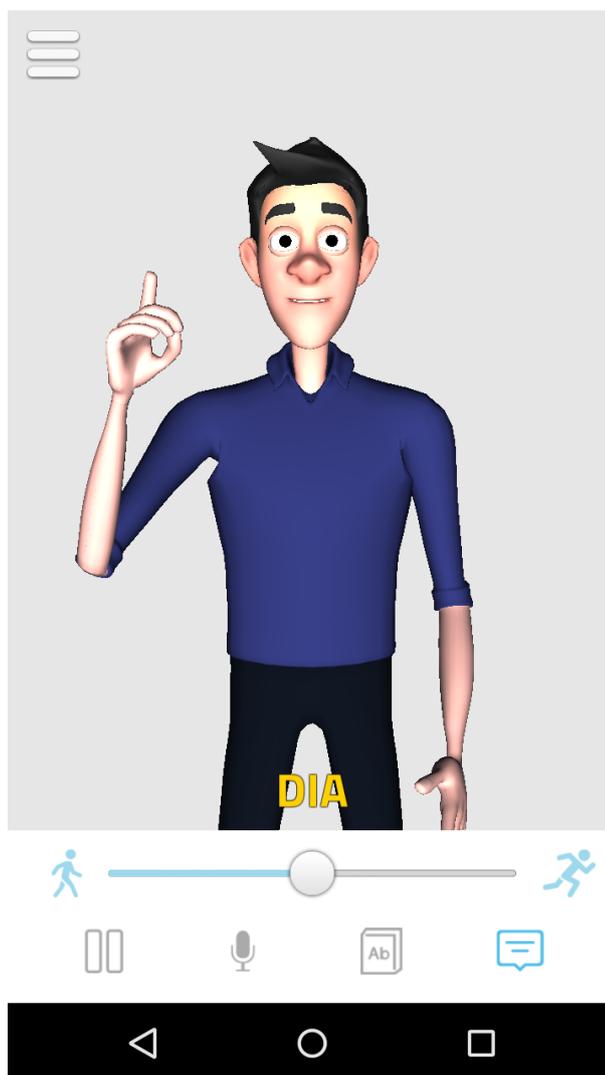


Figura 9 – Fonte: Captura de tela do aplicativo VLibras-Mobile, 2017.

se pretende traduzir. Regionalismos esses que vem sendo desde sempre um dos maiores desafios para os desenvolvedores de ferramentas de tradução.

Veja um exemplo da função na figura 10:

A outra versão principal do VLibras é o VLibras-Desktop, que é uma ferramenta de propósito mais geral, que contém todos os recursos que as outras ferramentas, e pode ser encontrada tanto para usuários Windows como Linux. Pode ser utilizada para traduzir para libras, textos selecionados com o mouse em qualquer software ou aplicativo instalado no computador pessoal do usuário surdo.

A versão VLibras-Desktop conta com as seguintes funcionalidades [35]:

- Mais de 13.000 sinais;
- Atualização automática do dicionário;

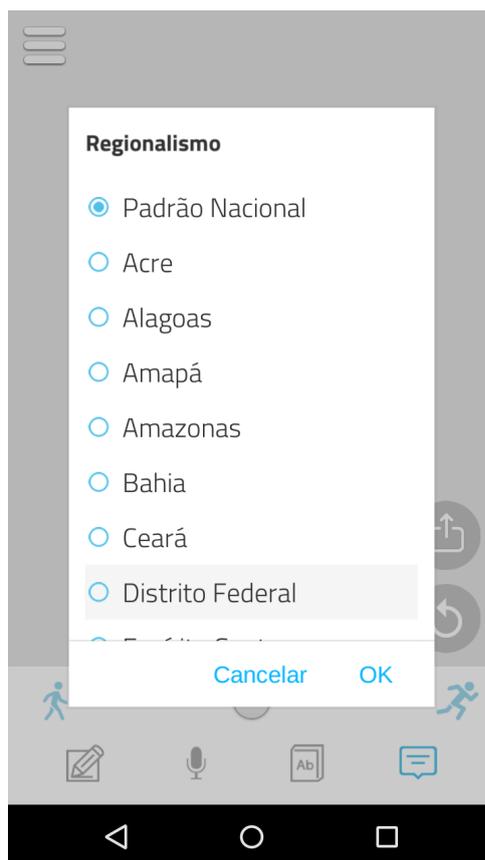


Figura 10 – Funcionalidade de Regionalismos, destaque na aplicação VLibras.

- Tela para pesquisa de palavras no dicionário;
- Controle de velocidade na execução dos sinais;
- Possibilidade de maximizar/minimizar o tamanho do avatar; e
- Controle de ativação/desativação da legenda do sinal que está sendo executado.

3.1.3 Hand Talk

Em 2008 o publicitário Ronaldo Tenório (CEO da Hand Talk), teve a ideia de unir, em um projeto de faculdade, Tecnologia e Comunicação, para resolver um problema global (surdez) e ajudar milhões de pessoas. Por quatro anos a ideia ficou guardada, até que finalmente, em 2012, foi desenvolvida, quando ele e mais 2 amigos, Carlos Wanderlan (Analista de sistemas) e Thadeu Luz (Arquiteto especialista em 3D), que hoje são sócios da Hand Talk, se juntaram para colocar em prática, apresentando a solução em um desafio de startups, no qual saíram vencedores [36].

Fundada oficialmente em 2012, a Hand Talk realiza tradução de conteúdo digital (áudio e texto) para Língua de Sinais de forma automática. A aplicação oferece ferramentas complementares ao trabalho do intérprete para auxiliar na comunicação entre surdos

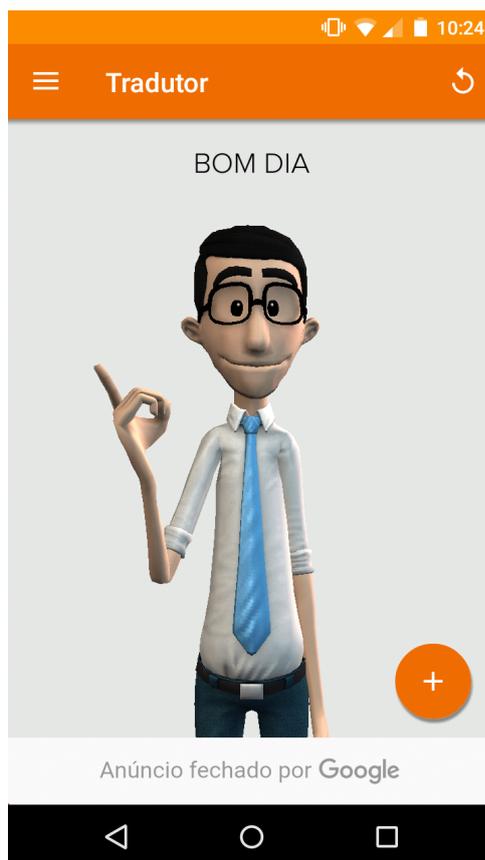


Figura 11 – Fonte: Captura de tela do aplicativo Hand Talk, 2017.

e ouvintes. Conta atualmente com aproximadamente 1 milhão de downloads, é uma aplicação gratuita e está disponível para tablets e smartphones, nos sistemas Android e iOS, em suas bibliotecas: Play Store e Apple Store respectivamente. O aplicativo também está presente em milhares de tablets da rede pública de ensino, auxiliando na educação de alunos surdos por todo o Brasil, graças a uma parceria com o Ministério da Educação (MEC).

A aplicação conta com um avatar intérprete virtual 3D, nomeado por Hugo, que é quem realiza os sinais para a Língua Brasileira de Sinais. Com diversas premiações no Brasil e no mundo todo, uma das que os desenvolvedores e criadores mais se orgulham, é o título de "Melhor Aplicativo Social do Mundo", que foi entregue pela ONU - Organização das Nações Unidas no prêmio "World Summit Mobile Award", em Abu-Dhabi no ano de 2013 [36].

Um dos destaques desse aplicativo está presente em uma sessão educativa que é chamada de "Hugo Ensina", no qual é contido uma série de vídeos que ensinam aos usuários expressões e sinais em Libras, como é mostrado na figura 12:



Figura 12 – Aplicação também ensina seus usuários a realizarem sinais em libras.

3.1.4 Comparações entre as ferramentas

Nessa sessão serão mostradas as comparações das funcionalidades básicas que foram feitas entre as três ferramentas analisadas neste trabalho. Essas comparações têm como principal função analisar os pontos em destaque e algumas possíveis "falhas" ou limitações de cada uma das ferramentas, na qual as mesmas podem deixar a desejar. Na figura 13 é possível analisar melhor isso, por meio de uma tabela de comparações.

As informações das funcionalidades que foram comparadas nessa sessão, estão descritas de forma mais detalhada nas sessões de cada ferramenta, já que nesta sessão foi feito um aglomerado dessas funcionalidades, com o intuito de tornar a visualização mais fácil e prática. Estas comparações também têm como intuito dar apenas uma visão geral de cada ferramenta, para deixar o leitor a par de informações a respeito da disponibilidade das mesmas, para que então, na sessão de Testes seja efetivamente analisado o desempenho de cada ferramenta.

	ProDeaf	VLibras	Hand Talk
Disponível para Android	SIM	SIM	SIM
Disponível para IOS	SIM	SIM	SIM
Disponível para Windows Phone	SIM	NÃO	SIM
Tradução da Língua Portuguesa para Libras a partir de uma entrada de texto	SIM	SIM	SIM
Tradução da Língua Portuguesa para Libras a partir de uma entrada de voz	SIM	SIM	SIM
Tradução da Língua Portuguesa para Libras a partir de uma entrada de multimídia	NÃO	SIM	SIM
Disponibiliza dicionário de sinais	SIM	SIM	NÃO
Funciona sem necessidade de acesso à Internet no momento da utilização	SIM ¹	SIM ¹	SIM ¹
Visualização do avatar e sinal em diferentes ângulos	SIM ²	SIM	SIM
Abaixo são mostradas algumas das maiores diferenças entre as ferramentas			
Disponibilidade para criação e correção de novos sinais a partir dos usuários		X	
Modo de ensino para auxiliar os usuários no aprendizado de LIBRAS			X
Opção de regionalismos para uma tradução com maior precisão		X	
Opção de conversas comuns prontas do dia a dia para facilitar a utilização	X		
Limite de caracteres por tradução			X

Figura 13 – Colocando as ferramentas lado a lado para analisar suas funcionalidades.

Como é possível notar, alguns pontos foram destacados e enumerados, pois estes denotam observações importantes, e que serão descritas a seguir:

- **1 - Funciona sem necessidade de acesso à Internet no momento da utilização:** As 3 ferramentas funcionam sem o acesso de internet no momento da utilização, porém deve ser feito o download do dicionário (nas ferramentas que tem o mesmo disponível), ou a tradução pode ser realizada através de português sinalizado e dactilologia (soletração);
- **2 - Visualização do avatar e sinal em diferentes ângulos:** Na ferramenta ProDeaf, isso é possível, porém não em uma volta total de 360 graus, como nas outras duas ferramentas;

Comparações mais específicas e aprofundadas serão realizadas na sessão a seguir, que com a ajuda de um intérprete com conhecimento em libras, e de uma professora de libras que é surda, serão realizados casos de teste com essas ferramentas, e a partir disso será possível obter informações sobre o desempenho de cada ferramenta, tais como: A facilidade em entender o sinal que foi realizado pelo avatar, facilidade em identificar um sinal mal representado, entre outros.

3.2 Testes

Nessa sessão será mostrado como foram realizados os casos de testes, e quais foram os resultados obtidos com os mesmos. Estes testes foram realizados separadamente em cada ferramenta, porém, com os mesmos entrevistados, para que assim eles possam ter um senso crítico de uma ferramenta para outra, e então posteriormente confrontar os resultados através de comparações.

Para a realização dos casos de testes foram definidos dois parágrafos distintos a serem reproduzidos por essas ferramentas, com a intenção de analisar a precisão e o acerto de ambas com o mesmo material de entrada. A ideia de se utilizar dois parágrafos distintos, vem da possibilidade de analisar como as ferramentas lidam com textos que possuem termos "mais técnicos", nesse caso, da área de computação, e como elas lidam com textos que não possuem tantos termos técnicos assim, ou seja, "mais comuns" e do nosso cotidiano.

O primeiro parágrafo a ser analisado foi um trecho retirado da 8ª edição do livro "Engenharia de Software, uma abordagem profissional", escrito por Roger S. Pressman e Bruce R. Maxim, que é o seguinte:

"O principal objetivo do projeto de caso de teste é criar uma série de testes que tenha a mais alta probabilidade de descobrir erros de software. Para conseguir esse objetivo, são usadas duas categorias de técnicas de projeto de caso de teste: teste caixa-branca e teste caixa-preta."(PRESSMAN e MAXIM [37])

Já o segundo parágrafo a ser analisado é um trecho retirado do livro "Introdução à sociologia", escrito por Persio Santos de Oliveira em 1997, que é o seguinte:

"A história demonstra que o convívio social foi (e continua a ser) decisivo para o desenvolvimento da humanidade. As descobertas de um membro do grupo, comunicadas aos outros, tornaram-se estímulo e ponto de partida para novos aperfeiçoamentos e novas descobertas."(OLIVEIRA [38])

A entrada dos dados (os parágrafos inseridos nas ferramentas) foi realizada apenas na forma de escrita, ou seja, o texto era digitado na caixa de entrada de cada ferramenta, e posteriormente era realizada a tradução.

Visando sempre manter a integridade e qualidade dos testes, por motivos da falta de recursos, não foi possível realizar os testes a partir de uma entrada por áudio, já que não havia disponível um microfone de qualidade, e isso poderia acarretar no favorecimento, ou desfavorecimento de alguma ferramenta, pois o microfone disponível (do próprio celular utilizado) poderia fornecer diferentes entradas em cada ferramenta, por não conseguir manter um padrão na captação do áudio, devido a baixa qualidade do mesmo.

O teste também foi dividido em duas etapas, na primeira parte os professores entrevistados assistem um vídeo no qual essas ferramentas realizam a tradução desses textos, mas sem o conhecimento prévio do que as ferramentas estão traduzindo, e após assistir os vídeos algumas vezes, é perguntado aos professores o que eles entenderam a partir daquela reprodução.

Na segunda etapa, os professores devem ler o parágrafo escrito em português, para então confrontar com aquilo que ele havia entendido anteriormente, através da realização dos sinais em Libras. Eles também assistem novamente os vídeos, agora com os parágrafos em mente, e com isso começam a analisar e comentar sobre os acertos e erros que as traduções podem conter, e com isso, obtemos os resultados.

3.2.1 Resultados

Os resultados serão divididos em duas sub sessões, cada uma referente a um parágrafo. Nestas sub sessões serão descritas partes das entrevistas com os professores, relatando um pouco como foi a experiência com o uso das ferramentas. Posteriormente será feito uma comparação geral dos resultados, para tornar a visualização favorável e de fácil entendimento ao leitor.

3.2.1.1 1º Parágrafo

De maneira geral, a tradução desse parágrafo foi bem confusa, e das três ferramentas analisadas, o Hand Talk foi a que obteve o melhor desempenho, mas ainda sim, foi muito longe do esperado. Segundo a professora Vanessa, o avatar do Hand Talk tem uma vantagem entre os outros dois: ele não realiza movimentos ou gestos com a boca durante uma tradução, no qual isso para uma pessoa ouvinte não traz grandes problemas, e em alguns casos até auxilia no entendimento, mas para os surdos isso pode atrapalhar no entender da tradução, pois pode tirar a atenção dos olhos nos sinais propriamente ditos, e com isso confundi-los.

Analisando o desempenho das ferramentas de maneira específica, no ProDeaf a tradução do parágrafo teve vários erros de interpretação do contexto, no qual ele traduziu a palavra corretamente, porém não com o significado que ela representava ali. "A palavra **Série**, no qual ele realiza um sinal de **1º a 5º ano** (dando a entender que é algo relacionado a escola), e não **Série** de uma sequência, que é como está no texto. E também a palavra **Alta**, que ele realiza um sinal representando algo **Alto**, como **pessoa alta**, **prédio alto**, e não uma coisa relacionada a **Alta incidência**, então isso também seria um outro erro."relatou o professor Luiz Renato.

O VLibras teve seu desempenho considerado o pior, por ambos os professores. A professora Vanessa relatou que o fundo em que o avatar atua é muito claro, o que causa desconforto durante a visualização, além de que, ele realiza alguns movimentos (sinais), considerados por ela, muito estranhos e de forma equivocada, como o exemplo da palavra "teste", que para ela o sinal representava algum gesto obsceno.

Para o professor Luiz Renato, o desempenho do VLibras foi de longe um dos piores, durante a entrevista o mesmo chegou a questionar: "Você não gravou isso aqui não, né?", referindo-se a entrada por áudio, que já havia sido testada e descartada anteriormente,

pelo baixo desempenho apresentado na captação do áudio. "A palavra **Caso** ele faz como sinal da palavra **Errado**, isso não está certo, entendeu? Para a palavra **Caso** ele faz como sinal da palavra **Errado**, ele entende dessa forma. A palavra **Série** ele traduz errado também, o **mais** ele faz como **Soma**, também está errado... ele faz literal o sinal de **para**, que não se usa na libras, como preposição, não se usa isso na língua de sinais." completou o professor.

Como dito anteriormente, o Hand Talk obteve um dos melhores desempenhos na consideração de ambos os professores. A professora Vanessa disse que apesar da tradução bem confusa que acontece no final do texto, no qual ele traduz "caixa" como "carro" ou "dirigir", ela disse que isso pode ter acontecido pelo fato de ele interpretar o "dirigir" em um contexto de "acessar o computador e dirigi-lo, navegar nele". O professor Luiz Renato, apesar de também encontrar alguns erros, elogiou bastante as traduções do Hand Talk. "Ele faz o sinal de **Erro** como **Caso**, então isso já deixa meio confuso, o sinal de **Série** ele faz certinho, o sinal de probabilidade ele faz como **mais ou menos**, mas daria um certo contexto para ser usado, e o sinal de **mais alta incidência** também, nesse contexto daria para ser usado do jeito que ele fez. O sinal de **duas categorias** ele faz bem legal...", e completou relatando também sobre o equívoco na tradução de "caixa" como "carro".

Ainda segundo o professor Luiz Renato, o parágrafo é bastante confuso para pessoas que não são da área, isso tanto na língua portuguesa quanto na de sinais, e que isso provavelmente acontece pelo fato da retirada do texto de seu contexto, o que dificulta bastante o entendimento, já que são usados muitos termos técnicos. Ele conclui então que as falhas na tradução não devem ser atribuídas somente a qualidade das ferramentas, mas que o texto escolhido também pode ter influenciado bastante nos resultados.

3.2.1.2 2º Parágrafo

Como era esperado, de uma forma geral, a tradução desse parágrafo obteve uma maior taxa de acerto por todas as 3 ferramentas em relação ao parágrafo anterior, mas alguns erros ainda foram encontrados. Mais uma vez a ferramenta Hand Talk obteve os melhores resultados, e como prova disso, a professora Vanessa conseguiu, mesmo que com alguns erros, "decifrar" quase que por completo o parágrafo, isso somente pelas traduções feitas pelo Hand Talk, no qual ela elogiou bastante a ferramenta quando leu o parágrafo e notou que a tradução estava muito bem apresentada, mesmo que com alguns erros ainda presentes.

Apesar de traduzir muito bem as palavras de forma única, mais uma vez um dos problemas da ferramenta ProDeaf foi o contexto dessas palavras em relação ao texto. Outro detalhe que foi bastante observado pelos professores, foi o excesso de soletrações durante esse parágrafo, mesmo que para palavras conhecidas e que tenham seu respectivo sinal. "O sinal de **Decisivo** ele faz como um sinal de festividade, alguma coisa nesse

sentido, e não no contexto que está ali no texto, que é de principal, de oportunidade, de decidir o futuro da humanidade, então isso já estaria errado. O **Tornaram-se** ele também não entende, por isso ele faz uma soletração manual, mas existe um sinal para isso, ele não precisava fazer essa soletração. Ele usa estímulo de forma como se fosse uma brincadeira, não sei o porquê, mas aqui nesse contexto não caberia esse sinal."relatou o professor Luiz Renato, a respeito dos erros do ProDeaf.

Já o VLibras obteve uma grande melhora em relação ao último parágrafo, pois interpretou o contexto das palavras muito bem, segundo o professor Luiz Renato. Porém, o grande problema da ferramenta está na realização dos sinais, que mesmo quando ele realiza a datilologia (soletração), o seu sinal não fica claro, e em alguns casos uma pessoa surda pode até não entender o sinal, como relatou o professor: "Ele começa traduzindo certo, na palavra **Convívio** ele faz a soletração, mas a letra *O* dele, por exemplo, ela não fecha. Ele realiza o sinal de **Desenvolvimento** de forma errada, mas no contexto certo. Ele soletra **Aperfeiçoamento** também, mas de forma bem ruim para o surdo entender."finalizou.

O Hand Talk teve como maior problema o excesso de soletrações, assim como o ProDeaf. Mas, apesar de alguns erros serem encontrados no contexto da tradução de determinadas palavras, esses não interferiram tanto no entendimento do texto. "O **Demonstra** ele faz como um sinal de verdade, não sei se nesse contexto ficaria bom, demonstrar como verdadeiro. Eu acho que esse seria o principal achado (erro) dele."e após falar bastante sobre as soletrações que a ferramenta realiza, o professor conclui: "Olha, tem bastante soletração também, até porque eu acho que ele deve ter, por exemplo, o sinal de comunicação, aperfeiçoar, mas ele entende de forma diferente quando colocam esse sufixo no final das palavras, e assim ele não consegue entender e acaba soletrando."

3.2.2 Comparações entre os testes

Vale ressaltar que ambos os professores já tinham conhecimento de umas das ferramentas, que era o ProDeaf, e ambos já faziam uso da mesma. O professor Luiz Renato também já tinha ouvido falar a respeito do Hand Talk, mas nunca chegou a utilizá-lo efetivamente. Já o VLibras era completamente desconhecido para ambos, talvez por ser uma ferramenta mais recente. Porém, isso não influenciou nos resultados e testes feitos, como foi possível ver quando ambos concluíram que o Hand Talk se mostrou mais eficaz para os dois parágrafos apresentados.

Nessa sessão os resultados dos testes serão enumerados e descritos, para que o leitor tenha uma melhor visualização do desempenho de cada ferramenta em específico. Apenas os erros serão enumerados e detalhados, visto que, o que não for relatado aqui, é porque a tradução foi de fato boa, e não houveram problemas em sua interpretação. Essas comparações também serão divididas entre os resultados de cada ferramenta em

cada parágrafo específico.

"O principal objetivo do projeto de caso de teste é criar uma série de testes que tenha a mais alta probabilidade de descobrir erros de software. Para conseguir esse objetivo, são usadas duas categorias de técnicas de projeto de caso de teste: teste caixa-branca e teste caixa-preta."(PRESSMAN e MAXIM [37])

ProDeaf: Apesar das dificuldades que o primeiro parágrafo apresentava, essa ferramenta teve apenas 3 grandes erros na tradução, e foram todos de contexto, como é possível analisar a seguir.

3 Sinais corretos, porém com contexto errado:

- **Projeto:** A palavra "Projeto" nesse parágrafo faz parte de um nome (Projeto de Caso de Teste) e não de um projeto em si, então nesse caso o correto seria ter feito a soletração da palavra e não o sinal, como foi o que a ferramenta realizou;
- **Série:** A ferramenta realizou uma tradução da palavra Série totalmente errada diante do contexto, no qual ela traduziu como Série do 1º ao 5º ano, e não uma Série de sequência, que seria o contexto correto; e
- **Alta:** A ferramenta realiza o sinal de algo que seja alto (comprido ou grande), o que não é caso, já que essa palavra alta tem sentido, como por exemplo, de "alta incidência".

VLibras: Teve um desempenho muito abaixo das outras duas ferramentas, com diversos erros de tradução, no contexto e em sinais mal feitos.

2 Erros de tradução, ou seja, sinais que não pertencem as palavras com que foram conciliados:

- **Caso e Teste:** Para essas palavras, a ferramenta realiza o sinal de "Errado"; e
- **Teste:** Para essa palavra, a ferramenta também soletra a palavra "Ser".

4 Sinais errados ou mal realizados:

- **Ser:** Não é possível entender o sinal que essa palavra representa sem acompanhamento da legenda;
- **Caixa:** Para essa palavra ele realiza uma datilologia muito ruim, que pouco da para entender;
- **Branca:** Para essa palavra o sinal realizado é muito ruim e de difícil entendimento; e

- **Para:** Nessa palavra ele realiza o sinal literal, de preposição, que não é usado na língua de sinais.

3 Sinais corretos, porém com contexto errado:

- **Série:** Mesmo erro do ProDeaf, o sinal é realizado de forma correta, porém com outro contexto da palavra Série;
- **Mais:** O sinal para essa palavra é feito como se fosse para uma soma, o que está errado;
- **Probabilidade:** É feito um sinal de "mais ou menos" para essa palavra, o que não faz muito sentido com o contexto e significado da mesma;

Hand Talk: Essa ferramenta teve apenas 2 grandes erros, sendo ambos de tradução incorreta, mas, segundo os professores, não foi algo que comprometeu tanto o entendimento do parágrafo, porém merecem atenção.

2 Sinais errados ou mal realizados:

- **Caso:** Para essa palavra ele realiza o sinal de "Erro" ou "Errado", assim como o VLibras; e
- **Caixa:** Para essa palavra ele realiza o sinal de "carro" ou de "dirigir".

"A história demonstra que o convívio social foi (e continua a ser) decisivo para o desenvolvimento da humanidade. As descobertas de um membro do grupo, comunicadas aos outros, tornaram-se estímulo e ponto de partida para novos aperfeiçoamentos e novas descobertas." (OLIVEIRA [38])

ProDeaf: Apresentou apenas dois erros interpretativos, onde o contexto com que as palavras foram traduzidas para libras não se aplicaria muito bem no texto em si.

2 Sinais corretos, porém com contexto errado:

- **Decisivo:** Para essa palavra, a ferramenta realiza o sinal um pouco fora do contexto, interpretando como um sinal de festividade, e não no contexto que realmente se aplica ao texto, que é de ser o principal, que vai "decidir o futuro da humanidade"; e
- **Estímulo:** Ele interpreta como uma forma de brincadeira, de estimular alguém a se divertir, onde no contexto do parágrafo não se encaixa com o conteúdo do texto.

VLibras: Em relação ao parágrafo anterior, obteve um desempenho muito mais favorável, com palavras sendo traduzidas no contexto correto, porém, mais uma vez deixou a desejar na realização dos sinais, e foi onde teve a maior parte dos seus erros.

5 Sinais errados ou mal realizados:

- **Convívio:** A ferramenta realiza a soletração dessa palavra, porém os sinais não são bem executados, e a letra "O" em específico não fecha o sinal;
- **Desenvolvimento:** A ferramenta aplica essa palavra no contexto correto, porém a realização do seu sinal é bem ruim;
- **Comunicadas:** Soletração da palavra de forma muito ruim;
- **Tornaram-se:** Soletração da palavra de forma muito ruim; e
- **Aperfeiçoamento:** Também realiza uma soletração da palavra de forma muito ruim, que complica ainda mais o entendimento da pessoa surda.

Hand Talk: Mais uma vez a ferramenta que se destacou nas traduções, apresentando apenas 1 erro, que foi uma tradução equivocada de uma palavra.

1 Sinal errado ou mal realizado:

- **Demonstra:** Para essa palavra ele realiza o sinal de "Verdade", demonstrar como verdadeiro, o que não se encaixa no texto.

Na figura 14 é possível analisar uma tabela que traz todos esses dados apresentados anteriormente, porém, de uma maneira com fácil visualização. A partir desses números que foram apresentados nessa sessão, serão feitas as conclusões finais a respeito deste trabalho.

	ProDeaf	VLibras	Hand Talk
1º paragrafo			
Sinais corretos, porém com contexto errado	3	3	-
Erros de tradução, sinais que não pertencem as palavras com que foram conciliados	-	2	-
Sinais errados ou mal realizados	-	4	2
2º paragrafo			
Sinais corretos, porém com contexto errado	2	-	-
Erros de tradução, sinais que não pertencem as palavras com que foram conciliados	-	-	-
Sinais errados ou mal realizados	-	5	1
Total	5	14	3

Figura 14 – Resultado geral com o número de erros nas traduções feitas por cada ferramenta.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como as ferramentas de tradução de texto para a língua brasileira de sinais, podem auxiliar e ajudar no cotidiano de pessoas surdas ou com alguma deficiência auditiva. Este trabalho apresentou um caso de teste para comparar o desempenho dessas ferramentas entre si. A abordagem foi dividida em duas etapas principais, que foram a análise de dois parágrafos distintos, sendo um deles complexo, com termos técnicos da área de computação, e o outro mais "simples", com termos da área de sociologia.

O fato de a tradução do português para libras ser algo bem complexo e muito interpretativo, a forma como os testes foram realizados neste trabalho podem ter afetado o desempenho das ferramentas de maneira negativa. Isso porque de modo geral as línguas de sinais dependem muito mais do contexto da situação, que do texto propriamente dito ou escrito, para o seu pleno entendimento.

Visto que os textos aqui analisados foram retirados de seu contexto, e traduzidos de forma literal nas ferramentas, mesmo este sendo o intuito das análises, que é o de colocar o desempenho dessas ferramentas a prova com textos mais complexos, é importante ressaltar que diferentes tipos de testes, como por exemplo de uma conversação cotidiana entre duas pessoas, podem vir a obter diferentes tipos de resultados.

A ideia desses tipos de testes foi baseada no fato de que essas ferramentas, provavelmente ainda não estão adaptadas para lidar com traduções mais complexas, como textos sem muita contextualização e com termos frequentes da área de computação, e com o desempenho que foi obtido nos resultados finais, isso foi comprovado.

Para realizar este caso de teste, também foi necessária a ajuda de dois professores que atuam ou fazem parte na comunidade surda. Permitindo assim, que os objetivos propostos fossem realmente alcançados. Estes professores foram entrevistados, para falarem acerca do desempenho das ferramentas na tradução dos parágrafos selecionados, pois ambos possuem conhecimento e tem licenciatura para trabalhar com a língua brasileira de sinais.

Foram selecionadas 3 ferramentas desse tipo para o desenvolvimento deste trabalho, que são elas: ProDeaf, VLibras e Hand Talk. Dos resultados obtidos, foram tiradas as seguintes conclusões:

- **ProDeaf:** A ferramenta apresentou um bom desempenho com relação a execução correta dos sinais, o que é muito importante para os usuários surdos, porém deixou a desejar na interpretação do contexto das palavras, onde na maioria dos casos fazia

uma tradução muito literal que tornava o texto desconexo e confuso.

- **VLibras:** A ferramenta apresentou um desempenho muito baixo em relação as outras duas, como é possível analisar na figura 14. Além de realizar traduções de palavras que as vezes nem estavam no texto, ela também pouco fazia em relação a interpretação do contexto. O fato de ser uma ferramenta de *software* livre, a torna um pouco mais interessante, já que é possível realizar alterações na mesma a qualquer momento, e quem sabe corrigir esses problemas.
- **Hand Talk:** A ferramenta que apresentou o melhor desempenho em relação as outras duas, com sinais em libras bem realizados e as traduções quase que sempre baseadas no contexto da frase, no qual apenas em alguns momentos ela realizou algumas traduções erradas, tornando o texto um pouco confuso, mas, se acompanhado de legenda, era facilmente entendível.

É importante ressaltar que para os testes aqui realizados considerando as características das línguas de sinais, que são interpretativas e bem sugestivas, essas ferramentas mostraram pontos fortes. A tradução das palavras consideradas complexas muitas vezes foram bem realizadas e de forma correta, e pontos fracos na contextualização dessas mesmas palavras que foram traduzidas, deixando as vezes o texto um pouco confuso.

Visto isso, pode-se dizer que a proposta de um novo modelo para ferramentas desse tipo não seria algo inviável, porém estudos e análises cautelosas devem ser realizadas antes, pois essas ferramentas já estão há alguns anos no mercado, e se considerada a dificuldade encontrada nesses tipos de aplicações, o desempenho do Hand Talk e do ProDeaf pode ser considerado satisfatório.

REFERÊNCIAS

- [1] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. *São Paulo*, v. 5, p. 61, 2002.
- [2] FRAZÃO, F. *Apesar de avanços, surdos ainda enfrentam barreiras de acessibilidade*. Portal Brasil, 2016. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/cidadania-e-justica/2016/09/apesar-de-avancos-surdos-ainda-enfrentam-barreiras-de-acessibilidade>>.
- [3] CURY, C. R. J. Direito à diferença: um reconhecimento legal. *Educação em Revista, Belo Horizonte*, n. 30, p. 7–15, 1999.
- [4] QUADROS, R. M. d. *Educação de surdos: a aquisição da linguagem*. [S.l.]: Artmed Editora, 2009.
- [5] SILVA, R. F. da; LIBRAS, I. de. Língua brasileira de sinais.
- [6] PECHI, D. *As escolas são obrigadas a manter um tradutor de libras nas salas de aula para os alunos com deficiência auditiva? O que fazer se a escola não tiver esse profissional?* Nova Escola, 2011. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/1588/as-escolas-sao-obrigadas-a-manter-um-tradutor-de-libras-nas-salas-de-aula-para-os-alunos-com>>.
- [7] JUNIOR, R. B. Portadores de necessidades especiais: as principais prerrogativas e a legislação brasileira. *São Paulo: Arx*, 2004.
- [8] CUNHA, E. A. da. *Programa de ação mundial para as pessoas com deficiência*. [S.l.]: Corde, 2001.
- [9] PAGLIUCA, L. M. F.; FIÚZA, N. L. G.; REBOUÇAS, C. Brasil de A. Aspectos da comunicação da enfermeira com o deficiente auditivo. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, Universidade de São Paulo, v. 41, n. 3, 2007.
- [10] FERREIRA, A. d. H. *Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa*. [S.l.]: Editora Positivo, 2004.
- [11] PERLIN, G.; SKLIAR, C. A surdez: um olhar sobre as diferenças. *Porto Alegre, Mediação*, 2005.
- [12] MEC. *Educação Infantil, Saberes e Práticas da Inclusão*. Portal MEC, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/txt/surdez.txt>>.
- [13] RODRIGUES, L. *O que é Deficiência Auditiva e Surdez?* Instituto ITARD, 2017. Disponível em: <<http://institutoitard.com.br/o-que-e-deficiencia-auditiva-e-surdez/>>.
- [14] BISOL, C. A.; VALENTINI, C. B. Surdez e deficiência auditiva—qual a diferença. *Objeto de Aprendizagem Incluir-UCS/FAPERGS*, 2011.
- [15] FRANÇA, I. S. X. d. *Formas de sociabilidade e instauração da alteridade: vivência das pessoas com necessidades especiais*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Ceará. Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, 2004.

- [16] CZERWONKA., M. *Deficientes auditivos enfrentam dificuldades para se inserirem no trânsito*. Portal do Transito, 2016. Disponível em: <<http://portaldotransito.com.br/noticias/instrutor-e-cfc/deficientes-auditivos-enfrentam-dificuldades-para-se-inserirem-no-transito/>>.
- [17] DANESI, M. C. *O admirável mundo dos surdos*. [S.l.]: EDIPUCRS, 2001.
- [18] FRYDRYCH, L. A. K. *Transcrição da interpretação para libras: uma abordagem enunciativa*. 2010.
- [19] CRUZ, C. R. *Proposta de instrumento de avaliação da consciência fonológica, parâmetro configuração de mão, para crianças surdas utentes da Língua de Sinais Brasileira*. Dissertação (Mestrado) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2008.
- [20] QUADROS, R. M. de; KARNOPP, L. B. *Língua de sinais brasileira: estudos lingüísticos*. [S.l.]: Artmed Editora, 2009.
- [21] LEONE, M. H. d. *Língua brasileira de sinais*. 2014.
- [22] DESCONHECIDO. *A tecnologia a favor dos surdos!* Blog Magic Web Design, 2014. Disponível em: <<https://www.magicwebdesign.com.br/blog/tecnologia/tecnologia-favor-dos-surdos/>>.
- [23] STUMPF, M. R. *Educação de surdos e novas tecnologias*. Florianópolis: UFSC, 2010.
- [24] SMITH, J. *A tecnologia a favor dos surdos! Tecnologia para surdos e deficientes auditivos*. IQ Intel, 2015. Disponível em: <<https://iq.intel.com.br/tecnologia-para-surdos-e-deficientes-auditivos/>>.
- [25] BERSCH, R. *Introdução à tecnologia assistiva*. Porto Alegre: CEDI, 2008.
- [26] FILHO, T. A. G.; DAMASCENO, L. L. *Tecnologia assistiva para autonomia do aluno com necessidades educacionais especiais*. *Revista INCLUSÃO, Brasília: Secretaria de Educação Especial do Ministério da Educação (SEESP/MEC)*, ano, v. 2, p. 25–32, 2006.
- [27] BERSCH, R.; TONOLLI, J. *Introdução ao conceito de tecnologia assistiva e modelos de abordagem da deficiência*. *Porto Alegre:[sn]*, p. 1–20, 2012.
- [28] RADABAUCH, M. *Technology for access and function research section two: Nidrr research agenda chapter 5*. *Technology for access and Function*, 1993.
- [29] RAMOS, C. R. *Tecnologia Assistiva para Surdos: Produtos, estratégias, recursos e serviços*. Editora Arara Azul, 2009. Disponível em: <<http://editora-arara-azul.com.br/site/edicao/45>>.
- [30] BIOSOM. *Tecnologia assistiva para alunos com deficiência auditiva*. Equipe Biosom, 2017. Disponível em: <<https://biosom.com.br/blog/tecnologia/tecnologia-assistiva-para-alunos-com-deficiencia-auditiva/>>.
- [31] PRODEAF. *ProDeaf Tecnologias Assistivas LTDA*. ProDeaf, 2017. Disponível em: <<http://www.prodeaf.net/>>.

- [32] ESTADAO.EDU. *Copa do mundo da computação abre inscrições para edição de 2013*. Estadão, 2012. Disponível em: <<http://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,copa-do-mundo-da-computacao-abre-inscricoes-para-edicao-de-2013,924143>>.
- [33] COSTA, M. J. P. B. *Língua brasileira de sinais*. 2014.
- [34] VLIBRAS. *O que é o VLibras?* Governo Brasileiro, 2017. Disponível em: <<http://www.vlibras.gov.br/>>.
- [35] DESCONHECIDO. *VLibras - Suite VLibras*. Portal do Software Público Brasileiro, 2014. Disponível em: <<https://softwarepublico.gov.br/social/suite-vlibras>>.
- [36] BOGAS, J. V. *Hand Talk: Com inovação e acessibilidade digital, negócio usa tecnologia para transpor barreiras entre surdos e ouvintes*. Hand Talk, 2016. Disponível em: <<https://docs.google.com/document/d/1yIZPqfPRS4CD5v-G7qEvIKiMiE6RBx23wcnCvs4bTi8/edit>>.
- [37] PRESSMAN, R.; MAXIM, B. *Engenharia de Software-8ª Edição*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016.
- [38] OLIVEIRA, P. S. de. *Introdução à sociologia*. [S.l.]: Editora Ática, 1997.