

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

BRUNO RAFAEL FERREIRA SOUZA BARBOSA DA SILVA

**Objeto de Aprendizagem Baseado em Redes
Sociais para Ensino de Libras a Alunos
Ouvintes**

**Maceió
Dezembro de 2016**

Bruno Rafael Ferreira Souza Barbosa da Silva

Objeto de Aprendizagem Baseado em Redes Sociais para Ensino de Libras a Alunos Ouvintes

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Informática do Instituto de Computação da Universidade Federal de Alagoas.

Orientador: Prof. Dr. Patrick Henrique da
Silva Brito

Maceió
Dezembro de 2016

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

Bibliotecário Responsável: Valter dos Santos Andrade

- S586o Silva, Bruno Rafael Ferreira Souza Barbosa da.
Objeto de aprendizagem baseado em redes sociais para ensino de Libras a alunos ouvintes / Bruno Rafael Ferreira Souza Barbosa da Silva. – 2017.
80 f.: il.
- Orientador: Patrick Henrique da Silva Brito.
Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Computação. Programa de Pós-Graduação em Informática. Maceió, 2017.
- Bibliografia: f. 71-76.
Apêndices: f. 77-80.
1. Língua brasileira de sinais. 2. Ensino auxiliado por computador. 3. Redes sociais. 4. Educação inclusiva. 5. Surdos. I. Título.

CDU: 004:376.33



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS/UFAL
Programa de Pós-Graduação em Informática – PpgI
Instituto de Computação



Campus A. C. Simões BR 104-Norte Km 14 BL 12 Tabuleiro do
Martins
Maceió/AL - Brasil CEP: 57.072-970 | Telefone: (082) 3214-
1401

Membros da Comissão Julgadora da Dissertação de Mestrado de Bruno Rafael Ferreira Souza Barbosa da Silva, intitulada: “Objeto de Aprendizagem Baseado em Redes Sociais para Ensino de Libras a Alunos Ouvintes”, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal de Alagoas em 14 de dezembro de 2016, às 09h50min, na Sala de Reuniões do Instituto de Computação da UFAL.

COMISSÃO JULGADORA

Patrick Henrique da Silva Brito

Prof. Dr. Patrick Henrique da Silva Brito
UFAL - Campus Arapiraca
Orientador

Fábio José Coutinho da Silva

Prof. Dr. Fábio José Coutinho da Silva
UFAL - Instituto de Computação
Examinador

Ivoni Rodrigues Silva

Prof.^a Dr.^a Ivoni Rodrigues Silva
Unicamp - Faculdade de Ciências Médicas
Examinadora

A minha família por todo o suporte dado a mim durante a formação e pelo incentivo para que eu continuasse sempre com a cabeça erguida.

RESUMO

Se considerarmos os 9,6 milhões de brasileiros com alguma deficiência auditiva e sabendo que a média de pessoas por família no Brasil é de 3,3, poderia-se inferir um número de mais de 30 milhões de pessoas que têm interesse direto em resolver os problemas relacionados à surdez; isso considerando apenas o parentesco direto. No Brasil, de acordo com o decreto 5.636 de 2005, a Língua Brasileira de Sinais (Libras) é a língua oficial para a comunicação da pessoa surda. Porém, estatísticas internacionais mostram que 95% das crianças surdas são filhas de pais ouvintes que, infelizmente, desconhecem, ou, se conhecem, rejeitam a língua de sinais. A falta de conhecimento sobre a Libras e o preconceito com a “deficiência”, faz com que os pais busquem a “cura” e métodos de oralização no lugar de educar seus filhos através da língua de sinais. A surdez acaba sendo tratada como doença e não como um problema social que necessita de um atendimento diferenciado. Sem a Libras o indivíduo surdo tem dificuldades de desenvolver um padrão de raciocínio lógico necessário para o seu crescimento social e intelectual, interferindo diretamente na aprendizagem do português. Apesar da Libras ser a língua oficial do surdo brasileiro, o mesmo decreto ressalta também a importância da pessoa surda se comunicar com pessoas ouvintes. Nesse sentido, o decreto define a obrigatoriedade da oferta da disciplina de Libras em cursos de licenciatura, fonoaudiologia e formação de professores. Dada a escassez de intérpretes, pesquisas relatam dificuldade no atendimento às exigências da lei, o que leva muitas vezes à oferta de cursos de baixa qualidade, visando apenas o cumprimento da carga horária mínima exigida. Partindo do pressuposto que as dificuldades apresentadas, em relação a comunicação, estão ligadas ao aprendizado de uma segunda língua, o objetivo deste trabalho é facilitar o aprendizado da Libras por parte de alunos ouvintes, visando a diminuição da exclusão social existente entre as duas comunidades. O presente trabalho propõe que esse objetivo possa ser conquistado através de um objeto de aprendizagem dotado de um tradutor português-Libras integrado a um comunicador de mensagens instantâneas de uma rede social. Dessa forma, o objeto de aprendizagem proposto pode ser utilizado por surdos e ouvintes, permitindo a interação das duas comunidades de forma acessível e a tradução em tempo real do português para Libras. Foi realizado um experimento avaliativo com 30 voluntários, cujos resultados ressaltam a importância da ferramenta para estimular o contato frequente com a língua de sinais e conseqüentemente benefícios da assimilação de novos sinais. Os resultados preliminares também apresentam indícios do potencial da ferramenta proposta para facilitar o aprendizado do português por parte de alunos surdos. Porém, uma avaliação mais criteriosa nesse sentido é um dos trabalhos futuros identificados.

Palavras-chaves: Educação online; Língua Brasileira de Sinais; Libras; Objeto de Aprendizagem; Redes Sociais.

ABSTRACT

If we consider the 9.6 million Brazilians with some hearing impairment and knowing that the average number of people per family in Brazil is 3.3, it could be inferred by a number of more than 30 million people who are highly involved in solving deafness communication problems. In Brazil, according to Decree 5,636 of 2005, the Brazilian Sign Language (Libras) is an official language for the deaf person's communication. However, international statistics show that 95% of deaf children are daughters of parents who are unfortunately unaware or deny sign language. Lack of knowledge about the sign language and deafness makes parents seek a "cure" and oralization methods with no place to educate their children through sign language. Deafness ends up being treated as a disease and not as a social problem that needs a differentiated care. Without a sign language the deaf person has difficulties in developing a logical reasoning pattern necessary for their social and intellectual growth, which directly interferes in the learning of a written language, such as Portuguese. Although the Libras is an official language for the Brazilian deafs, the same decree also emphasizes the importance of the deaf person to communicate with hearing people. In this sense, the decree defines an obligation of providing the course of Libras in undergraduate courses for teachers and phonoaudiology. Given the shortage of interpreters, researches report that it is difficult to meet the requirements of the law, which often leads to the supply of low quality courses, aiming only at achieving the minimum hours required. Based on the assumption that the difficulties presented in relation to communication are linked to the learning of a second language, the goal of this work is to facilitate the learning of Libras by hearing students, aiming to reduce the social exclusion existing between the two communities. The present work believes that this objective can be achieved through a learning object equipped with a Portuguese translator-Libras integrated to an instant messaging communicator of a social network. In this way, the proposed learning object can be used by both deaf and hearing people, allowing the two communities to interact each other in an accessible and real-time way, involving automatic translation from Portuguese to Libras. An evaluation experiment was carried out with 30 volunteers, whose results highlight the importance of the tool to stimulate contact with sign language. The preliminary results also show evidence of the potential of the proposed tool to facilitate the learning of Portuguese by deaf students. However, a more careful evaluation in this sense is one of the future work identified.

Keywords: Online Education; Sign Language; Libras; Learning Object; Social Networks.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Configuração das mãos. Alfabeto da Libras (BRITO; FRANCO; CORADINE, 2012).	15
Figura 2 – Ponto de articulação (BRITO; FRANCO; CORADINE, 2012).	15
Figura 3 – Expressão Facial (BRITO; FRANCO; CORADINE, 2012).	16
Figura 4 – Movimento (BRITO; FRANCO; CORADINE, 2012).	16
Figura 5 – Direção (BRITO; FRANCO; CORADINE, 2012).	16
Figura 6 – Primeiro Tweet de Keith Urbahn sobre a morte de Osama (@KEITHURBAHN, 2011).	21
Figura 7 – Usuários logados nas redes sociais em 2014 no período do mês de agosto. (WEARESOCIAL, 2014).	21
Figura 8 – Usuários logados nas redes sociais em 2015 no período do mês de agosto. (WEARESOCIAL, 2015).	21
Figura 9 – Componentes de uma típica grade computacional voluntária.	26
Figura 10 – Exemplo do funcionamento do <i>closed caption</i> em uma transmissão ao vivo (SIGNIFICADO, 2016).	27
Figura 11 – Aparelho Telefone para Surdos (NOTISURDO, 2016).	28
Figura 12 – Exemplo do funcionamento da Central de Intermediação - CIC (SIGNIFICADO, 2016).	28
Figura 13 – Dicionário de LIBRAS, versão 2.1 (INES, 2016).	29
Figura 14 – Rybená versão Web. (RYBENÁ, 2016).	30
Figura 15 – Hand Talk versão Web. (TALK, 2012).	30
Figura 16 – Hand Talk versão móvel. (TALK, 2012).	30
Figura 17 – Modelo de interface.	35
Figura 18 – Interface da versão original do Telegram.	35
Figura 19 – Versão do Telegram com interface acessível e inclusiva após a integração com o Falibras.	35
Figura 20 – Detalhamento da alteração da interface.	35
Figura 21 – Funcionamento do padrão MVC utilizado pelo Telegram	37
Figura 22 – Versão do Telegram com interface acessível e inclusiva.	37
Figura 23 – Representação das legendas de uma tradução.	38
Figura 24 – Arquitetura de tradução do Falibras baseada em grade computacional voluntária.	39
Figura 25 – Exemplo de dado de resposta em JSON.	41
Figura 26 – Estratégia de sincronização de dados adotada para a solução proposta.	41
Figura 27 – Estratégia de paralelismo adotada no processamento das traduções.	41
Figura 28 – Fluxograma dos testes realizados com os ouvintes.	46

Figura 29 – Fluxograma dos testes realizados com os surdos com a versão do sistema adaptada.	68
Figura 30 – Fluxograma dos testes realizados com os surdos com a versão original do Telegram.	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de mensagens	44
Tabela 2 – Formulário seleção voluntário	46
Tabela 3 – Lista de perguntas realizadas após o experimento.	47
Tabela 4 – Lista de Log(s) de sistema registrados	47
Tabela 5 – Lista completa de todos os voluntários.	49
Tabela 6 – Resultados dos Logs de sistema gerados	50
Tabela 7 – Resultado do questionário realizado após os testes.	51
Tabela 8 – Resultado das Métricas dos Objetivos G1 e G2,	52
Tabela 9 – Resultados do experimento	56
Tabela 10 – Combinações utilizadas para os testes.	67
Tabela 11 – My caption	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Definição do Problema	9
1.2	Objetivos	12
1.3	Organização da dissertação	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	Surdez e Língua Brasileira de Sinais - Libras	14
2.2	Tecnologia Assistiva (TA) e Acessibilidade	17
2.2.1	Tecnologia Assistiva no Brasil	18
2.2.2	Desenho Universal	18
2.2.3	Problema de Acessibilidade para os surdos	19
2.3	Redes Sociais Online	20
2.3.1	Redes sociais não são apenas Entretenimento	21
2.3.2	APIs das Redes Sociais	22
2.4	Objetos de Aprendizagem	23
2.5	Grades Computacionais	24
2.5.1	Computação Voluntária	25
3	TRABALHOS RELACIONADOS	27
3.1	Closed Caption	27
3.2	Telefones de Texto	27
3.3	Programas de Vídeo Chamada	28
3.4	Dicionário de Libras	29
3.5	Softwares de Tradução Português-Libras	29
3.6	Considerações sobre os Trabalhos Relacionados	31
4	VISÃO GERAL DO FALIBRAS MESSENGER	32
4.1	Requisitos e Definições	32
4.1.0.1	Requisitos Funcionais	33
4.1.0.2	Requisitos Não Funcionais	33
4.2	Protótipo de Interface	34
4.3	Arquitetura do Sistema	35
4.4	Funcionamento do Sistema	37
5	INFRAESTRUTURA ESCALÁVEL	39
5.1	Serviços Web	40
5.2	Estratégia de Sincronização	41

5.3	Estratégia de Paralelismo	41
6	AVALIAÇÃO	42
6.1	Experimento I	43
6.1.1	Mecanismo de Coleta	43
6.1.2	Questões e Métricas	47
6.1.3	Coleta de Dados	48
6.1.4	Análise dos Dados	51
6.2	Experimento II	54
6.2.1	Mecanismo de Coleta	54
6.2.2	Questões e Métricas	55
6.2.3	Coleta de Dados do Experimento 2	56
6.2.4	Análise dos Dados	57
7	CONCLUSÃO	58
	 Referências	 61
	 APÊNDICE A – PLANEJAMENTO DO EXPERIMENTO COM VOLUNTÁRIOS SURDOS	 67

1 INTRODUÇÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) proporcionam novas experiências de interação e troca de informação com outras pessoas, trazendo benefícios para a sociedade. Na educação, por exemplo, as TICs têm apoiado o ensino através das modalidades de Educação à Distância – EaD, educação semi-presencial e na própria educação presencial (SECCO; SILVA, 2009).

A Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (Unesco) incentiva o uso de TICs em sala de aula como também afirma que o seu uso facilita a aprendizagem e auxilia o professor em escolas regulares, de ensino técnico e até na pré-escola (BARROS, 2015). O seu uso motiva o aprendizado em áreas de conhecimento distintas (MÜHLBEIER et al., 2014), além de incentivar a troca de conhecimento entre os alunos (MORENO, 2014).

Um bom exemplo de TICs que proporcionam interação e podem ser utilizadas com finalidades educacionais são as Redes Sociais. As Redes Sociais "têm transformado a forma de comunicar das pessoas, tamanha a capacidade do seu alcance mundial, influenciando opiniões, mobilizando e criando grupos e trazendo informações em questão de segundos" (GESTOR, 2015).

Pempek argumenta que TICs como as Redes Sociais *Online* (RSO) são importantes inclusive para o dia a dia de alunos (PEMPEK; YERMOLAYEVA; CALVERT, 2009). Ele mostra que elas são usadas para a interação social com os amigos que tiveram algum contato pessoalmente ao longo do dia e precisam resolver algum problema escolar (PEMPEK; YERMOLAYEVA; CALVERT, 2009). Neste contexto, começaram a surgir aplicativos para ensino e aprendizagem integrados com as RSO (MORENO et al., 2015; SILVA; BRITO; BARBOSA, 2015).

No entanto, as tecnologias que auxiliam a comunicação e ensino não é acessível para todos, como por exemplo, as pessoas surdas. Meneses apresenta duas vertentes sobre isso (MENESES, 2013). A primeira é que os surdos se sentem confortáveis em manter um diálogo *online* através de redes sociais que possuem a funcionalidade de vídeo conferência, já que eles podem se comunicar através da língua de sinais. Porém, também é apresentada a problemática sofrida pelos surdos pela falta de acessibilidade nos sites e em redes sociais devido à predominância da língua portuguesa.

1.1 Definição do Problema

Há no mundo mais de 1 bilhão de pessoas que apresentam algum tipo de deficiência (OMS, 2011), mesmo com os vários esforços da Organização Mundial de Saúde (OMS) no sentido de difundir formas para prevenir ou atenuar os vários tipos de deficiência. No

Brasil, segundo o IBGE (IBGE, 2010) 23,9% dos 190 milhões de brasileiros apresentam algum tipo de incapacidade ou deficiência. São aproximadamente 45,6 milhões de brasileiros, quase o dobro da última pesquisa feita em 2000. Também foi constatado em 2010, que dos 45,6 milhões de pessoas com alguma necessidade especial, 9,6 milhões possuem algum grau de deficiência auditiva, cuja modalidade mais grave é a surdez (IBGE, 2010).

A surdez impossibilita a comunicação através do meio oral-auditivo, forma que os ouvintes, grande maioria da população no Brasil, utilizam para se comunicar. Para a criança surda, o acesso ao conhecimento está "intimamente ligado ao uso comum de um código linguístico prioritariamente visual" (BRASIL, 2006). Quadros e Gesueli explicam que os surdos veem a língua que o outro produz por meio da visão. Quadros detalha que essa recepção de informação vem do movimento das mãos, das expressões faciais e do corpo (GESUELI, 2006; QUADROS, 2005).

No Brasil, a Língua Brasileira de Sinais (Libras), língua materna dos surdos brasileiros teve seu reconhecimento em abril de 2002 com a lei nº 10.436, mais conhecida como Lei de Libras (BRASIL, 2002), cujo artigo primeiro primeiro diz:

"Art. 1º É reconhecida como meio legal de comunicação e expressão a Língua Brasileira de Sinais – Libras e outros recursos de expressão a ela associados."

O decreto 5.626 (BRASIL, 2005) enfatiza a importância da Libras para o desenvolvimento do indivíduo surdo. O decreto diz que é obrigatória a inserção da Libras, como disciplina curricular nos cursos de formação de professores para o exercício do magistério, em nível médio e superior, e nos cursos de Fonoaudiologia, de instituições de ensino, públicas e privadas, do sistema Federal de ensino e dos sistemas de ensino dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Como também em todos os cursos de licenciatura, nas diferentes áreas do conhecimento, o curso normal de nível médio, o curso normal superior, o curso de Pedagogia e o curso de Educação Especial são considerados cursos de formação de professores e profissionais da educação para o exercício do magistério.

O mesmo decreto 5.626 (BRASIL, 2005) também prevê a formação de professor e instrutor de Libras, bem como a formação do tradutor e intérprete de Libras, profissionais necessários para o ensino da Libras para ouvintes e tradução do português para alunos surdos. Perlin (PERLIN, 1998) enfatiza a importância dos intérpretes durante as aulas e demonstra sua importância também para o convívio no dia a dia.

Sem a Libras o indivíduo surdo tem dificuldades de desenvolver um padrão de raciocínio lógico necessário para o seu crescimento social e intelectual, interferindo diretamente na aprendizagem do português. E o aprendizado do português é de suma importância para promover a qualidade de vida do surdo brasileiro, por exemplo, para o ingresso no ensino superior. De acordo com dados do Censo da Educação Superior (BRASIL, 2011), 4.078 alunos surdos estão matriculados em cursos de graduação presenciais e a distância. Mas, ao chegar no ensino superior, os alunos surdos precisam contornar as falhas

da trajetória escolar, onde a prática do português não é tão constante quanto na faculdade (REYNOLDS et al., 2011). Além disso, vários surdos relatam que raramente são incluídos nas interações informais entre os os alunos (FOSTER; LONG; SNELL, 1999), o que acarreta na evasão dos alunos surdos (BARONI, 2009).

Estatísticas internacionais mostram que 95% das crianças surdas são filhas de pais ouvintes que, infelizmente, desconhecem, ou, se conhecem, rejeitam a língua de sinais (SKLIAR, 2001). A falta de conhecimento sobre a língua de sinais e o preconceito com a surdez, faz com que os pais busquem a "cura" e métodos de oralização no lugar de educar os surdos com a língua de sinais (MAROSTEGA; SANTOS, 2006). A surdez, nesses casos, acaba sendo tratada como doença e não como um problema social que necessita de um cuidado diferenciado.

Sacks (SACKS, 1989) mostra que crianças surdas filhas de pais que não dominam uma língua de sinais só vêm desenvolver uma língua visual na adolescência. Essa questão é possível de ser observada em crianças que chegam tardiamente à escola, em alguns casos com dez anos de idade, sem saber seu nome ou sua idade, até mesmo sem entender suas relações familiares. Esses problemas fazem com que o indivíduo surdo tenha dificuldade em desenvolver um padrão de raciocínio lógico necessário para o seu crescimento social e intelectual.

A falta de conhecimento sobre a surdez acarreta um sério problema: a exclusão social (FOSTER; LONG; SNELL, 1999; BISOL et al., 2010; OLIVEIRA, 2012). A falta de comunicação entre os indivíduos surdos e ouvintes é o problema enfrentado pelas duas comunidades desde o ensino regular ao superior (SILVA, 2009; BORGES, 2004; OLIVEIRA, 2012; CRUZ; DIAS, 2009; BISOL et al., 2010).

Apesar de um cenário bastante desagradável, pesquisas realizadas com filhos surdos de pais surdos estabelece que a aquisição precoce da Libras contribui para o aprendizado da língua oral (levando em consideração a parte escrita da língua) como segunda língua, tornando sua socialização mais fácil (CORADINE et al., 2002).

Os fatos apresentados reforçam os problemas referentes à exclusão social dos surdos devido à falta de uma língua comum. A falta de conhecimento dos ouvintes referente a Libras e à surdez proporcionam barreiras para os surdos. A partir das problemáticas apresentadas, é possível ressaltar que o surdo além de ter a Libras como sua língua nativa, tem a necessidade de aprender o português para ter uma melhor qualidade de vida e integração social. E que os ouvintes precisam aprender a Libras para melhor se comunicar com eles e favorecer essa integração bilateralmente. Levando em consideração o que foi abordado até então, é possível destacar a importância da Libras para os ouvintes que são familiares de surdos ou os ouvintes que a partir de sua profissão venham a ter algum contato direto ou indireto com pessoa surdas.

Todavia, para o domínio de qualquer língua é necessária a prática frequente para que os conceitos, regras, vocabulários e etc, sejam exercitados e assimilados. Estudo realizado

em diversos cursos de Libras de diversas universidades mostra que a carga horário do curso é insuficiente para o domínio básico da língua (GUARINELLO et al., 2013). Desse modo, surge a questão de pesquisa que norteou o presente trabalho: *"como auxiliar o processo de ensino/aprendizagem da Libras para ouvintes, de forma indireta e interativa, permitindo a prática frequente da língua de sinais sem a necessidade de um surdo ou professor auxiliando?"*

1.2 Objetivos

O objetivo principal desse trabalho é auxiliar no processo de aquisição de conceitos básicos da Libras por parte de aprendizes ouvintes. Para isso, foi desenvolvido um objeto de aprendizagem que integra o tradutor português-Libras Falibras com a rede social de mensagens Telegram. A hipótese que serve de base para o trabalho é que a presença de um tradutor automático português-Libras em um aplicativo mensageiro possa auxiliar o processo de ensino/aprendizagem da Libras de forma indireta, através do contato frequente com as duas línguas.

A integração foi projetada para que o sistema fosse utilizado por pessoas surdas e ouvintes, diminuindo a exclusão social entre as duas comunidades. Dessa forma, acredita-se também que a solução tenha potencial para apoiar o ensino/aprendizagem do português para alunos surdos conhecedores da Libras. No entanto, o processo avaliativo desenvolvido neste trabalho focou apenas no aprendizado da Libras por parte de pessoas ouvintes conhecedoras do português.

Para atingir o objetivo principal deste trabalho foram necessários o estudo, melhorias e desenvolvimento de algumas tecnologias. A seguir, está descrita a lista de objetivos computacionais para que o objetivo principal seja atingido:

1. Integrar o tradutor Falibras à rede social Telegram.
2. Oferecer uma infraestrutura escalável e de baixo custo que viabilize o uso de muitos usuários simultâneos e que proporcione a tradução das mensagens em um tempo aceitável.
3. Oferecer uma interface acessível e inclusiva para usuários surdos e ouvintes.
4. Avaliar o potencial do sistema como objeto de aprendizagem para aquisição da Libras como segunda língua. possível a tradução das mensagens em um tempo aceitável.

1.3 Organização da dissertação

Esta dissertação de mestrado está estruturada em sete capítulos. O restante dos capítulos está estruturado como segue:

- **Capítulo 2 - Fundamentação Teórica:** Introduce os conceitos associados a Surdez, Libras, Tecnologias Assistivas, Acessibilidade, Objetos de Aprendizagem e Redes Sociais.
- **Capítulo 3 - Trabalhos Relacionados:** São apresentados alguns trabalhos que promovem a comunicação e/ou ensino da Libras. Esses trabalhos são comparados e contextualizados com a solução proposta nesta dissertação.
- **Capítulo 4 - Desenvolvimento do Projeto:** São apresentadas as principais funcionalidades do projeto, projeto da interface e cenários de uso envolvendo as telas do sistema.
- **Capítulo 5 - Infraestrutura Escalável:** É apresentada a arquitetura de software projetada para a aplicação, com o intuito de oferecer os requisitos de baixo custo, escalabilidade e desempenho.
- **Capítulo 6 - Avaliação:** É apresentado o processo avaliativo do objeto de aprendizagem. A avaliação foi realizada em duas partes: (1) avaliação da arquitetura de software; e (2) avaliação do aprendizado da Libras utilizando o objeto de aprendizagem desenvolvido.
- **Capítulo 7 - Conclusão:** São apresentadas considerações finais sobre o trabalho desenvolvido, incluindo pontos fortes e limitações; além de apontar direcionamentos para pesquisas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Surdez e Língua Brasileira de Sinais - Libras

Apesar de todas as línguas possuírem algumas diferenças entre si, existem características que as classificam como língua e não como linguagem. A linguagem é a capacidade que os seres humanos têm para desenvolver e compreender manifestações, como a pintura, a música e a dança. Já a língua é um conjunto organizado de elementos (sons e gestos) que possibilitam a comunicação. Ela surge em sociedade, e todos os grupos humanos desenvolvem sistemas com esse fim.

O filósofo grego Sócrates em 368 a.C. (CRATYLOS, 368 a.C) já indagava questões relacionadas ao uso da língua como meio para trocar informações. Ele ressalta algo interessante relacionado à cultura surda: "Suponha que nós não tenhamos voz ou língua, e queiramos indicar objetos um ao outro. Não deveríamos nós, como os surdos-mudos¹, fazer sinais com as mãos, a cabeça e o resto do corpo?" (CRATYLOS, 368 a.C).

Com o passar dos séculos, os sinais realizados pelas mãos começaram a ter padrões e regras, tornando-se uma língua. Em 1760, o francês Abade L'Epée fundou a primeira escola para surdos, legitimando a Língua de Sinais como o meio correto de educar os surdos (MOURA, 2000).

No Brasil, a Língua Brasileira de Sinais (Libras), língua materna dos surdos brasileiros teve seu reconhecimento em abril de 2002 com a lei nº 10.436, mais conhecida como Lei de Libras (BRASIL, 2002), cujo artigo primeiro diz:

"Art. 1º É reconhecida como meio legal de comunicação e expressão a Língua Brasileira de Sinais – Libras e outros recursos de expressão a ela associados."

Pesquisa com filhos surdos de pais surdos estabelecem que a aquisição precoce da Libras contribui para o aprendizado da língua oral (levando em consideração a parte escrita da língua) como segunda língua, tornando sua socialização mais fácil (CORADINE et al., 2002).

A Libras, como toda língua de sinais, é uma língua de modalidade gestual-visual, uma vez que se utiliza de movimentos gestuais e expressões faciais que são percebidos pela visão, como canal para a comunicação. Dessa forma, ela se diferencia da língua portuguesa que tem a modalidade oral-auditiva, que utiliza como canal de comunicação, sons articulados que são percebidos pelos ouvidos. Outras diferenças se apresentam, também, nas estruturas gramaticais de cada língua.

¹ O termo "surdo-mudo" não é considerado adequado atualmente, uma vez que já se sabe que trata-se de questões não relacionadas, já que a surdez não implica necessariamente na incapacidade de produzir sons orais.

Quadros e Karnopp (QUADROS; KARNOPP, 2004), linguistas brasileiras, trazem um estudo detalhado sobre os aspectos contidos tanto em línguas orais como nas línguas de sinais. Aspectos como: fonética, fonologia (quirolgia), morfologia, sintaxe, semântica e etc, são características que existem nas duas línguas. O diferencial é que na Libras, essas características são resumidas em: expressão facial, configuração das mãos e ponto de articulação.

Para facilitar a compreensão de futuras explicações referente a Libras, é necessário a explicação de algumas convenções para a "tradução" da Libras, em seu formato natural a partir de gestos, para a língua portuguesa em seu formato escrito. São elas: (1) o sinal de Libras será representado na língua portuguesa em letras maiúscula. Exemplo: FACULDADE, CULTURA; (2) nomes próprios, de lugares e outras palavras que não têm um sinal oficializado, serão representadas pelas letras da palavra separadas por hífen. Exemplo: M-A-R-I-A, M-I-C-R-O-O-N-D-A-S; (3) os verbos serão representados no infinitivo e suas temporalidades e concordâncias serão feitas no espaço. Exemplo: MENINO CAIR PASSADO (O menino caiu); (4) as frases vão obedecer a gramática da Libras e não da língua portuguesa. Exemplo: VOCÊ GOSTAR CURSO? (Você gosta do curso?) (CAPOVILLA; RAPHAEL, 2001).

Segundo Capovilla (CAPOVILLA; RAPHAEL, 2001) os sinais, principal artefato na língua de sinais, são formados através da combinação de cinco parâmetros:

- Configuração das mãos - são as formas feitas pelas mãos. Podem ser iguais as do alfabeto datilológico (alfabeto manual) (Figura 1) ou outro formato qualquer;
- Ponto de articulação - é o lugar onde o sinal é realizado, podendo tocar em alguma parte do corpo ou estar em um espaço neutro. No caso dos sinais APRENDER, SÁBADO e LARANJA (fruta) (Figura 2), todos possuem a mesma Projeto-textit-Configuração das mãos e *Movimento*, de abertura e fechamento. O que diferencia a interpretação do sinal é o local onde ele está sendo realizado ou o *Ponto de articulação*. Enquanto o sinal APRENDER é realizado em frente à testa, os outros dois são realizados em frente à boca. Por sua vez, o que diferencia SÁBADO e LARANJA é a *Expressão da face* que, no segundo caso, simula o movimento de sucção do sumo da fruta;
- Expressão da face ou do corpo - por se tratar de uma língua totalmente visual, as expressões do corpo e da face são extremamente importantes. Através das expressões é possível indicar, por exemplo, entonação, questionamento, surpresa, ironia e sentimento. No caso dos sinais apresentados na Figura 3, a mudança da expressão facial altera completamente o sentido do sinal. Enquanto o primeiro sinal significa SALVAÇÃO, o segundo significa HORRÍVEL. O movimento do sinal se inicia na altura da bacia com a mão aberta é finalizado na frente do coração, com a mão fechada;

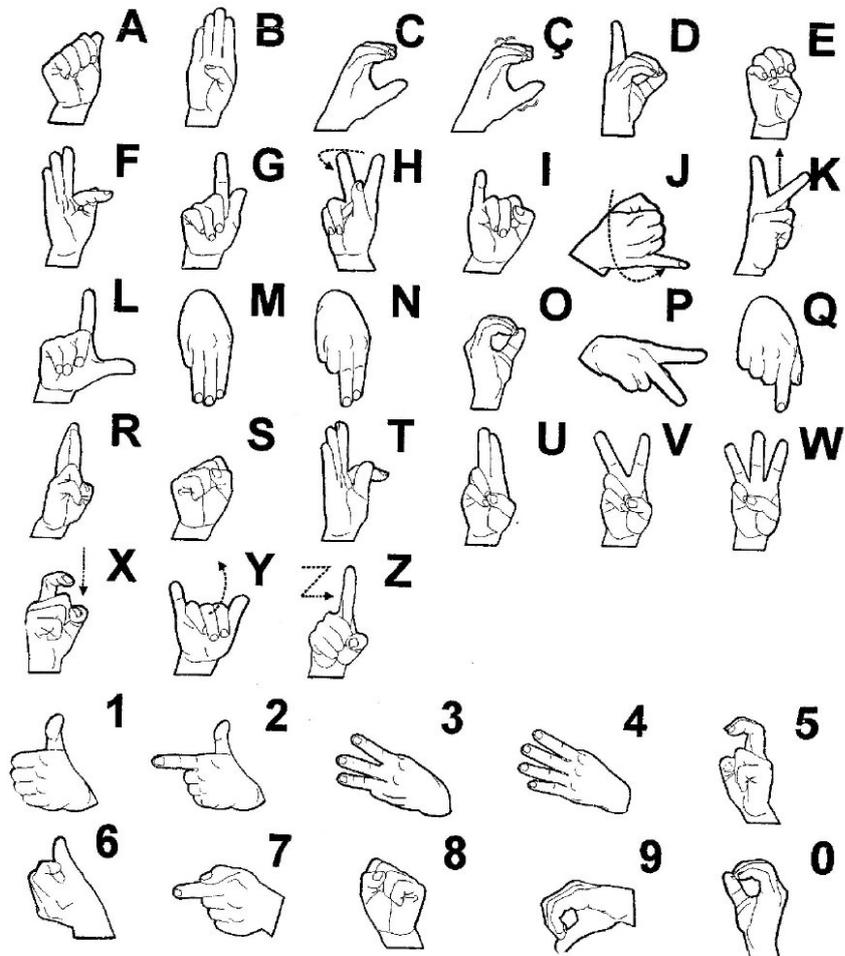


Figura 1 – Configuração das mãos. Alfabeto da Libras (BRITO; FRANCO; CORADINE, 2012).



Figura 2 – Ponto de articulação (BRITO; FRANCO; CORADINE, 2012).

- Movimento - os sinais são realizados em movimento ou de forma estática. Os sinais



Figura 3 – Expressão Facial (BRITO; FRANCO; CORADINE, 2012).

TER e TER-NÃO (Figura 4) possuem a mesma *configuração de mão*, em formato de L, e apresentação distintas. Enquanto o TER é estático, com o polegar encostado no osso externo e palma da mão voltada para baixo, o TER-NÃO tem movimento, realizado na altura da cintura, girando o polegar 90 graus em torno do eixo do pulso;

- Direção - a direção do movimento indica, por exemplo, o sujeito de um verbo. É o caso do verbo RESPONDER (Figura 5) que se movimenta partindo da pessoa que pratica a ação para a pessoa que sofre a ação do verbo.

A estrutura sintática da Libras é diferente da estrutura do português, ela tem uma gramática diferenciada, independente da língua oral. A ordem dos sinais na construção de um enunciado obedece a regras próprias que refletem a forma de o surdo processar suas ideias, com base em sua percepção visual espacial. A seguir é mostrado alguns exemplos que demonstra a independência sintática do português:

- Exemplo 1: Libras: EU IR CASA (verbo direcional)
Português: "Eu irei para casa."
para - não se usa em Libras, porque está incorporado ao verbo
- Exemplo 2: Libras: FLOR EU-DAR MULHER ^ BENÇÃO (verbo direcional)
Português: "Eu dei a flor para a mamãe."
- Exemplo 3: Libras: IDADE VOCÊ (expressão facial de interrogação)
Português: "Quantos anos você tem?"



Figura 4 – Movimento (BRITO; FRANCO; CORADINE, 2012).



Figura 5 – Direção (BRITO; FRANCO; CORADINE, 2012).

- Exemplo 4: Libras: CINEMA O-P-I-A-N-O MUITO-BOM
Português: "O filme *O Piano* é maravilhoso!"
- Exemplo 5: Libras: PASSADO COMEÇAR FÉRIAS EU AVONTADE... DE-

PRESSA VIAJAR

Português: "Quando chegaram as férias, eu fiquei ansiosa para viajar."

Como pôde ser observado nos exemplos apresentados, artigos, preposições e conjunções são exemplos de conectivos que normalmente ficam incorporados ao sinal do verbo.

Estudos efetuados por bilíngues enfatizam que as línguas de sinais, como por exemplo a Libras, fornecem o conhecimento linguístico necessário para estruturação de pensamentos e aprendizagem de outras línguas (QUADROS; KARNOPP, 2004). O acesso à Libras é de suma importância na construção da identidade do indivíduo surdo e na aprendizagem de outras línguas. A partir de um estudo realizado com alunos surdos do ensino regular (GUARINELLO et al., 2006), verificou que 90% dos alunos têm dificuldade em ler, compreender e escrever em português, pois não é sua língua nativa.

Como exemplo, a dificuldade de uma pessoa surda aprender a língua portuguesa, pode ser comparada a dificuldade que um ouvinte teria para aprender um novo idioma somente através da leitura labial.

O Centro Estadual de Apoio ao Deficiente (CEAD) do estado Goiás (CHAVEIRO; BARBOSA, 2004), destacou a Libras como ferramenta importante na formação do sujeito surdo. Eles realizaram uma análise a partir de textos redigidos por pacientes do centro de apoio. O estudo demonstrou a facilidade em interpretar e criar textos em português (com um sentido lógico) entre as crianças que tiveram a Libras como sua primeira língua, e das que não tiveram. O que afirma a importância que a Libras tem na educação e formação de pessoas surdas.

2.2 Tecnologia Assistiva (TA) e Acessibilidade

O termo Tecnologia Assistiva (TA) foi usado pela primeira vez em 1988 nos Estados Unidos:

"O termo *Assistive Technology*, traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva, foi criado oficialmente em 1988 como importante elemento jurídico dentro da legislação norte-americana, conhecida como Public Law 100-407, que compõe, com outras leis, o ADA - *American with Disabilities Act*. Este conjunto de leis regula os direitos dos cidadãos com deficiência nos EUA, além de prover a base legal dos fundos públicos para compra dos recursos que estes necessitam. Houve a necessidade de regulamentação legal deste tipo de tecnologia, a TA, e, a partir desta definição e do suporte legal, a população norte-americana, de pessoas com deficiência, passa a ter garantido pelo seu governo o benefício de serviços especializados e o acesso a todo o arsenal de recursos que necessitam e que venham favorecer uma vida mais independente, produtiva e incluída no contexto social geral" (BERSCH, 2008).

Seguindo os conceitos baseados pela *American With Disabilities* (ADA) Cook e Hussey definem a TA como "uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para diminuir os problemas funcionais encontrados pelos indivíduos com deficiências" (COOK; HUSSEY, 1995). A TA é um auxílio que possibilita a realização de uma função que se encontra impedida por circunstâncias de uma necessidade especial ou pelo envelhecimento. Nesse sentido, o objetivo da TA é trazer mais independência para PNE.

2.2.1 Tecnologia Assistiva no Brasil

No Brasil, o conceito de TA também é utilizado nas expressões *Ajudas Técnicas* e *Tecnologia de Apoio*. Na legislação brasileira a expressão *Ajudas Técnicas* é utilizada em alguns decretos.

O artigo 19 do Decreto 3.298 de 1999, define *Ajudas Técnicas* como:

"Os elementos que permitem compensar uma ou mais limitações funcionais motoras, sensoriais ou mentais da pessoa portadora de deficiência, com o objetivo de superar as barreiras de comunicação e da mobilidade e de possibilitar sua plena inclusão" (GERAIS, 2011).

Já o artigo 61 do Decreto 5.296 de 2004 utiliza a seguinte definição:

"Para fim deste Decreto, consideram-se ajudas técnicas os produtos, instrumentos, equipamentos ou tecnologia adaptados ou especialmente projetados para melhorar a funcionalidade da pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida" (BRASIL, 2004).

2.2.2 Desenho Universal

Seguindo a importância e as diferenças entre acessibilidade e usabilidade, o Decreto 5.296 de 2005 também mostra a expressão *Desenho Universal*, um conceito importante para uma sociedade mais inclusiva. O Decreto considera *Desenho Universal* como uma

"...concepção de espaços, artefatos e produtos que visam atender simultaneamente todas as pessoas, com diferentes características antropométricas e sensoriais, de forma autônoma, segura e confortável, constituindo-se nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade" (BRASIL, 2004).

O conceito de Desenho Universal, também chamado de "Desenho para todos", é estudado a partir de sete princípios] (TEÓFILO, 2009):

1. Equiparação nas possibilidades de uso: o design é útil e comercializável às pessoas com habilidades diferenciadas.
2. Flexibilidade no uso: o design atende a uma ampla gama de indivíduos, preferências e habilidades.
3. Uso Simples e intuitivo: o uso do design é de fácil compreensão.
4. Captação da informação: o design comunica eficazmente, ao usuário, as informações necessárias.
5. Mínimo esforço físico: o design pode ser utilizado de forma eficiente e confortável.
6. Dimensão e espaço para uso e interação: o design oferece espaços e dimensões apropriados para interação, alcance, manipulação e uso.

Apesar de ter suas similaridades, os princípios de acessibilidade e os conceitos de desenho universal têm suas diferenças. Os conceitos de desenho universal abrangem algo maior que as informações na Web. Nesse trabalho, as duas áreas foram analisadas para que a interface final fosse a mais acessível possível.

2.2.3 Problema de Acessibilidade para os surdos

Soraya Menezes (MENESES, 2013) em sua dissertação de mestrado em educação, estudou sobre a inclusão social e educacional do surdo por meio do Facebook e as dificuldades enfrentadas pelos surdos para utilizar sites em geral. Através de entrevistas e depoimentos ela pôde demonstrar diversos problemas relacionados a falta de acessibilidade existente nos sites.

Aqui serão descritos algumas questões abordadas nas entrevistas realizadas por Soraya Menezes (MENESES, 2013). As entrevistas foram realizadas com 30 indivíduos e todos poderiam responder mais de uma alternativa ou citar mais de uma dificuldade, de acordo com a pergunta realizada. Os principais resultados da sua pesquisa foram:

- Dificuldade no uso dos sites - as principais dificuldades enfrentadas pelos surdos ao navegar na Internet, praticamente envolvem duas questões, escrever algum conteúdo em português e interpretar algum conteúdo em português.
- Dificuldade de leitura - neste tópico a autora foi mais detalhada nas perguntas em relação a leitura. Ela destacou que as dificuldades em compreender textos em português se dão em: compreensão do significado das palavras; tempos verbais e gramática. Sendo que 80% sofrem por ter dificuldade em entender os significados.
- Importância do conteúdo disponível em Libras - neste ponto, as respostas foram abertas e cada surdo pôde argumentar forma livre a importância do uso da Libras

em sites. Em geral as respostas foram bem similares, todas ressaltaram que é de suma importância que sites sejam acessíveis para a comunidade surda, ou seja, que as informações estejam em Libras.

Esta pesquisa demonstra a problemática sofrida pelos surdos pela falta de acessibilidade na Web. Ela também ressalta que os surdos compreendem a necessidade de aprender o português e que eles se dedicam para isso. No entanto, o que falta são meios para que essa aprendizagem ou uso em geral dos sites e/ou redes sociais sejam acessíveis.

2.3 Redes Sociais Online

geral. Com a informação eletrônica, as informações diferenciam-se dos meios tradicionais, como por exemplo, um jornal impresso, que é material acabado e não pode ser alterado.

A Web 2.0 e a popularização da Internet dos anos 2000 foram importantes para o surgimento de um novo tipo de serviço de comunicação e entretenimento, as Redes Sociais *Online* (RSO). Esse novo tipo de comunicação "são estruturas sociais virtuais compostas por pessoas e/ou organizações, conectadas por um ou vários tipos de relações, que partilham valores e objetivos comuns na internet" (GESTOR, 2015).

De acordo com (RAUBER; ALMEIDA, 2011; REYNOLDS et al., 2011), as pessoas se conectam com os mais diversos fins, como interação através de mensagens privadas, criação e compartilhamento de conteúdos privados e públicos, entre outros recursos que podem ser gerados pelo trabalho conjunto e pela interação em massa dos usuários (SILVA; ROBERTO, 2008).

Hoje existem centenas de RSO, implementadas por tecnologias diferentes e com propósitos diferentes. Algumas são caracterizadas por ajudar estranhos a se conhecerem, baseado em seus interesses em comum. Outras têm objetivos específicos que podem variar de acordo com a sua localidade, religião, gosto musical, entre outros interesses.

O seu crescimento "têm transformado a forma de comunicar das pessoas, tamanha a capacidade do seu alcance mundial, influenciando opiniões, mobilizando e criando grupos e trazendo informações em questão de segundos" (GESTOR, 2015).

Nesse ponto, as RSO ultrapassaram o objetivo de relacionamento e passaram a ser uma fonte de pesquisa e notícia, tendo como atributo a participação do leitor, possibilitando que o leitor se torne também um escritor. Independente da rede social, os usuários tem a liberdade de expor a sua opinião sobre qualquer tema.

Dentre os vários exemplos da força que as RSO ganharam no processo de criar e divulgar informações, está um dos mais importantes furos de notícia dos últimos anos, a morte de Osama Bin Laden, líder e fundador da Al-Qaeda. A primeira pessoa a noticiar a morte de Osama, por meio de uma publicação na rede social Twitter (Figura 6), foi

Keith Urbahn (@KEITHURBAHN, 2011), integrante do escritório do ex-secretário de defesa norte-americano.



Figura 6 – Primeiro Tweet de Keith Urbahn sobre a morte de Osama (@KEITHURBAHN, 2011).

A partir dos dados fornecidos pelo site Wearesocial (WEARESOCIAL, 2014; WEARESOCIAL, 2015), é possível verificar a quantidade gigantesca de usuários nas principais RSO do mundo. O site verifica a quantidade de usuários logados no período de um mês. Nas figuras Figura 7 e Figura 8, pode-se analisar os dados do mesmo mês em 2014 e 2015, respectivamente. Vale ressaltar o número de acessos que chega a mais de um bilhão na rede social Facebook.

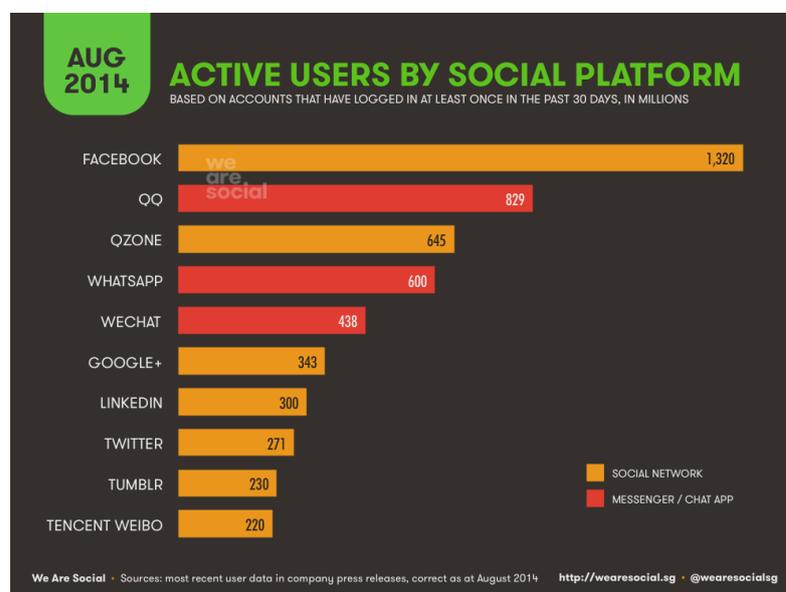


Figura 7 – Usuários logados nas redes sociais em 2014 no período do mês de agosto. (WEARESOCIAL, 2014).

No Brasil, o crescimento também é expressivo, estudos apontam que os brasileiros são líderes no tempo gasto nas redes sociais, chegando a ter uma média de 60% maior que o resto do planeta (SCORE, 2015) e que desde 2012 o país já era um dos campeões em

acesso no mundo (SCORE, 2012). O número elevado de usuários e sua interatividade constante, faz com que as RSO tenham uma grande força no processo de comunicação e socialização.

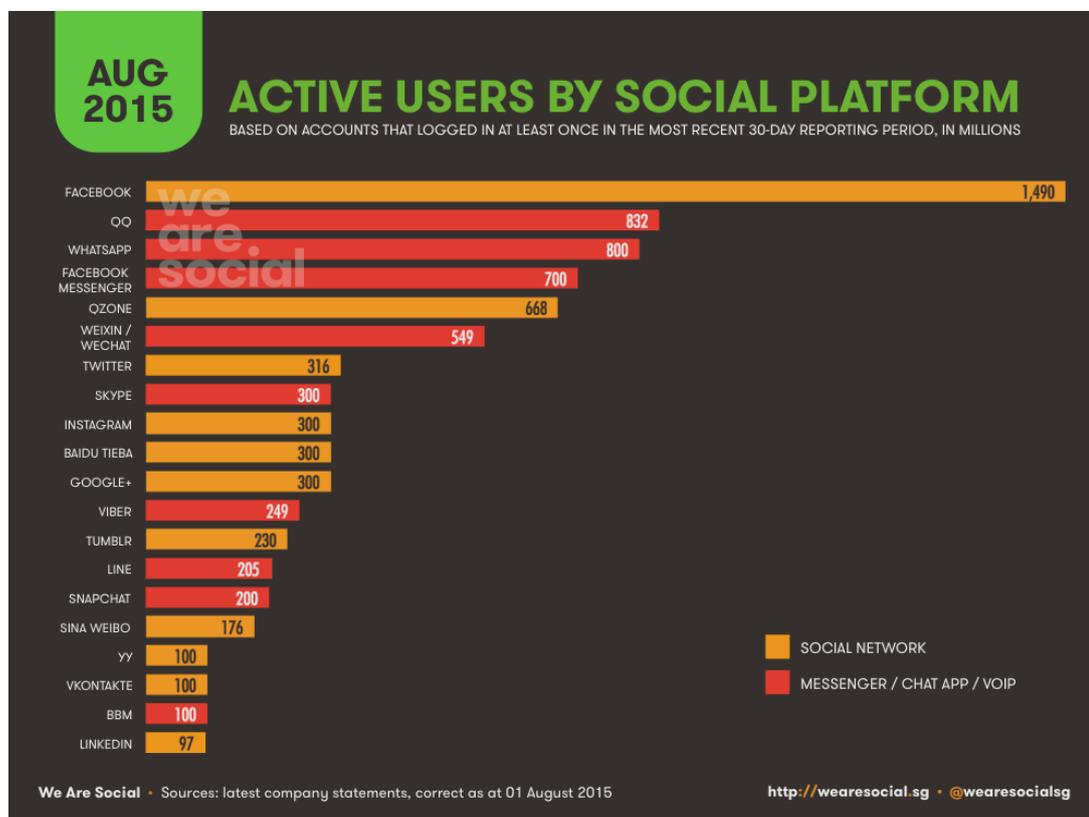


Figura 8 – Usuários logados nas redes sociais em 2015 no período do mês de agosto. (WEARESOCIAL, 2015).

2.3.1 Redes sociais não são apenas Entretenimento

Apesar de serem utilizadas para fins de entretenimento, o Facebook, rede social mais utilizada no Brasil e no mundo (INSIGHTS, 2013), serviu de estudo para caracterização qualitativa de sociabilidade. Na pesquisa realizado por Barbosa (BARBOSA; SANTOS; PEREIRA, 2013), 336 participantes de diversas faixas etárias, responderam alguns questionários que tinham como intuito verificar o quão o Facebook é eficaz no quesito de interação social. Dentre as perguntas existentes no questionário, uma delas diz respeito ao propósito de uso do Facebook (mais de uma resposta poderia ser apontada) e 91% dos participantes declararam se sentirem motivados pela possibilidade de se comunicar com amigos que eles já conhecem.

Em outro estudo, Pempek (PEMPEK; YERMOLAYEVA; CALVERT, 2009) demonstra a importância das RSO no dia a dia de alunos. Foi constatado que milhões de jovens e adultos contemporâneos usam alguma RSO. Os resultados descritos no estudo, indicam que os alunos usam o Facebook aproximadamente 30 minutos ao longo do dia, como parte

de sua rotina diária. O Facebook foi usado com mais frequência para a interação social, principalmente com os amigos que tiveram algum contato pessoalmente ao longo do dia. Sendo assim, pode-se dizer, que as RSO são uma extensão da interação vivenciada no dia a dia.

Já a dissertação de (MENESES, 2013), citada anteriormente na Seção 2.2, demonstra a importância das RSO no processo de alfabetização e interação social dos surdos. Os resultados demonstram que os surdos que têm algum conhecimento do português se sentem motivados ao usar as redes sociais. Os resultados mostraram que o uso do Facebook promove principalmente encontros pessoais e discussões sobre surdez e a Libras.

A partir dos depoimentos, a autora pôde concluir que o uso do Facebook pelos surdos também incentiva a compreensão e o estudo da língua portuguesa. Os surdos afirmam se sentem motivados quando se deparam com uma palavra que não conhecem. Dentre as várias perguntas realizadas nas entrevistas, uma delas está relacionada o quanto a participação nas redes influencia no aprendizado do português escrito. Segue algumas respostas dos surdos entrevistados²:

- Sujeito 08 - "Sim, algumas palavras que eu não conheço profundamente, também quero aprender mais palavras, o que significa, contextos etc"
- Sujeito 05 - "Sim, eu tenho que me esforçar, sempre que vejo uma palavra não quero entender o significado.."
- Sujeito 04 - "Novas palavras e contexto de português"

Essas pesquisas legitimam a importância que um meio virtual de comunicação tem para a comunidade surda, sendo importante na socialização e até para o processo de compreensão do português.

2.3.2 APIs das Redes Sociais

As RSO foram importantes para o desenvolvimento de aplicativos caracterizados pela colaboração, comunicação e interatividade entre os usuários (SILVA; ROBERTO, 2008). Esses aplicativos utilizam recursos disponibilizados pelas redes através de Interfaces de Programação de Aplicativos (APIs³).

As APIs das redes sociais são os mecanismos para que desenvolvedores possam obter ou enviar informações para a base de dados das redes sociais de tal forma que as informações estejam totalmente seguras e que o uso dessas informações sejam autorizadas pelo usuário da rede social.

A maioria das APIs utilizam o protocolo Oauth ou *Open Authorization*, que é um padrão aberto que permite o acesso a um determinado site através de uma aplicação

² Os sujeitos citados na lista anterior, segue a mesma numeração utilizada pela autora.

³ Sigla do inglês *Application Programming Interfaces*

externa, sem a necessidade que seja informado login e senha. Como o objetivo desse trabalho é utilizar alguma rede social consolidada como base para troca de mensagens, as APIs foram analisadas com o intuito de encontrar alguma API/RSO que permitisse que o sistema desenvolvido fosse capaz de tornar alguns recursos possíveis para os usuários, esses recursos são: 1 - fazer o login sem criar uma nova conta, utilizando a conta já existente da rede social; 2 - visualizar a lista de contatos já existente na rede; 3 - visualizar o diálogo, antigo e atual, dos seus contatos; poder enviar mensagens para base de dados e; poder receber as mensagens de forma automática.

Após análise, foi verificado que as principais redes sociais de mensagens, como o Facebook Messenger, Whatsapp, Hangouts, estão sempre alterando suas políticas de acesso por questões de segurança. Como exemplo, em maio de 2015 o Facebook bloqueou o envio automático de mensagens a partir de uma aplicação externa por motivos comerciais.

Nesse seguimento, foi verificado uma nova rede social de mensagens que tem políticas totalmente diferentes das maiores redes sociais do mundo, o Telegram. O Telegram "é um aplicativo de mensagens com foco em velocidade e segurança, é super rápido, simples e grátis" (TELEGRAM, 2013). O Telegram tem políticas bem mais abertas que seus concorrentes e permite que sua API seja utilizada de forma mais livre. Além de ser 100% aberta para que desenvolvedores se sintam livres para estudar seu código fonte e criar novas aplicações.

O código de todas as versões são disponibilizados para que desenvolvedores trabalhem livremente, desde que siga as normas de segurança. Neste trabalho, foi utilizado versão Web do Telegram.

2.4 Objetos de Aprendizagem

O termo Objetos de Aprendizagem (OA) é utilizado para descrever materiais didáticos desenvolvidos para apoiar aos processos de ensino e aprendizagem. Inúmeras são as definições propostas para esse termo, cuja origem é atribuída a Hodgins (2000, 2002). Esse autor trouxe a ideia dos blocos de LEGOTM para associar às possibilidades de reuso de um objeto de aprendizagem, de acordo com as necessidades e características do aprendiz (HODGINS, 2002).

O grupo de trabalho Learning Object Metadata (LOM) do Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) propôs uma definição ampla e não específica para um objeto de aprendizagem, estabelecendo que um OA é "qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante a aprendizagem apoiada por tecnologia" (COMMITTEE et al., 2002). Essa definição permite considerar tanto um computador como uma imagem digital como OAs da mesma categoria. O mérito do LOM recai na busca por metadados que pudessem descrever e detalhar um objeto de aprendizagem, propiciando sua reusabilidade.

Já Metros e Bennet discutem as diferenças entre "objetos de informação" e "objetos de aprendizagem". Segundo as autoras, um objeto de informação é "um recurso digital que não inclui qualquer estrutura instrucional" e não apresenta qualquer informação sobre quem é o desenvolvedor, como usá-lo e assim por diante. Um exemplo desse tipo de objeto seria uma animação descrevendo a erupção de um vulcão e poderia ser disponibilizado em uma biblioteca digital (METROS; BENNETT, 2002). Por outro lado, os objetos de aprendizagem seriam uma extensão dos objetos de informação, incluindo objetivos de aprendizagem, avaliações e outros componentes instrucionais. As autoras também destacam que, caso esses componentes não estejam incluídos no objeto de aprendizagem, poderiam ser associados a eles, através de links. Como exemplo, poderíamos citar um hipertexto, onde seriam descritos os objetivos de aprendizagem para o estudo da erupção de um vulcão e um instrumento de avaliação, que permitisse que o aluno avaliasse sua aprendizagem sobre o tema. Nesse hipertexto poderia estar contida a animação citada anteriormente, constituindo então um objeto de aprendizagem. Assim, o objeto de informação estaria contido em um objeto de aprendizagem, que poderia ser disponibilizado em um repositório. É interessante essa análise, que traz em si um questionamento importante sobre as características e demandas de um objeto de aprendizagem: a importância da descrição dos seus objetivos pedagógicos.

Neste artigo adota-se o conceito de OA como quaisquer materiais eletrônicos (como imagens, vídeos, páginas web, animações ou simulações), desde que tragam informações destinadas à construção do conhecimento (conteúdo autocontido), explicitem seus objetivos pedagógicos e estejam estruturados de tal forma que possam ser reutilizados e recombinaados com outros objetos de aprendizagem (padronização).

2.5 Grades Computacionais

O nome desse modelo computacional surgiu a partir de uma analogia feita à rede elétrica, onde os recursos são obtidos através das redes de transmissão de energia. Ao mesmo tempo, escondendo toda a complexidade dos seus componentes ao usuário, bastando apenas que este conecte o seu equipamento elétrico à tomada. No caso de uma grade computacional, o mesmo seria uma rede de computadores onde o usuário se conecta para obter poder computacional sob demanda - tais como armazenamento, ciclos de processamento de CPU e periféricos (CIRNE, 2004).

As grades computacionais são sistemas distribuídos que possuem alta capacidade de agregação computacional, permitindo o compartilhamento de ciclos de processamento nas tarefas. A motivação destes sistemas é a agregação de recursos computacionais dispersos, de forma a prover uma maior capacidade combinada de processamento. Esses recursos podem ser obtidos a partir da execução de uma aplicação em qualquer nó da grade através da divisão de uma aplicação em tarefas menores para serem executadas de modo paralelo

ou por meio de várias execuções de uma tarefa nos nós de uma grade computacional (FOSTER; KESSELMAN, 1999).

O forte atrativo dessa abordagem é a possibilidade de alocar uma enorme quantidade de recursos a uma aplicação paralela a partir de centenas de milhares de computadores conectados à internet, resultando em um custo muito menor do que a utilização de soluções tradicionais, como um *Cluster* (IOSUP; EPEMA, 2011).

2.5.1 Computação Voluntária

Dentro da categoria da computação em grades, há uma subcategoria que correspondem aos sistemas de computação voluntária (ANDERSON, 2001). Estes correspondem a um tipo de computação distribuída que utiliza-se de recursos computacionais ociosos doados por voluntários para algum determinado projeto, geralmente científico ou filantrópico.

No entanto, o sucesso de um projeto que usa computação voluntária está diretamente relacionado à quantidade de nós participantes. Contudo, é necessário que haja uma mobilização na publicação do projeto em questão ao público. Para isto, existem projetos que oferecem métodos de recompensas como créditos, que podem ser valores numéricos atribuídos a um voluntário a partir da quantidade de ciclos de CPU e armazenamento doados. Uma outra estratégia utilizada é o uso de gamificação (SHAHRI et al., 2014). Felizmente, existem usuários que se propõem em contribuir com esses tipos de projetos simplesmente pela vontade de participação em cunho científico, desejo de contribuição para o avanço de alguma área do conhecimento, contribuição para projetos de cura de doenças e desejo de reconhecimento (ANDERSON, 2004).

A Figura 1 exemplifica os componentes de uma grade computacional voluntária. Normalmente, a mesma é formada por:

- **Nós voluntários - *workers*:** são usuários que contribuem com os seus recursos computacionais ociosos para serem executados em projetos de cunho científico/filantrópico.
- **Pesquisadores:** usuários que utilizam computação voluntária para o processamento de tarefas em projetos de instituições filantrópicas/científicas, tais como universidades.
- **Projetos:** são os sistemas que utilizam a capacidade da grade voluntária para o processamento de suas tarefas.
- ***Middlewares*:** permitem a agregação dos nós voluntários para a participação dos projetos, oferecendo um ambiente homogêneo e interativo aos pesquisadores, abstraíndo toda a complexidade e a heterogeneidade da grade.

Para que seja possível a participação em um projeto de computação voluntária, basta que o usuário baixe e instale um *software* disponível na página Web do sistema da grade.

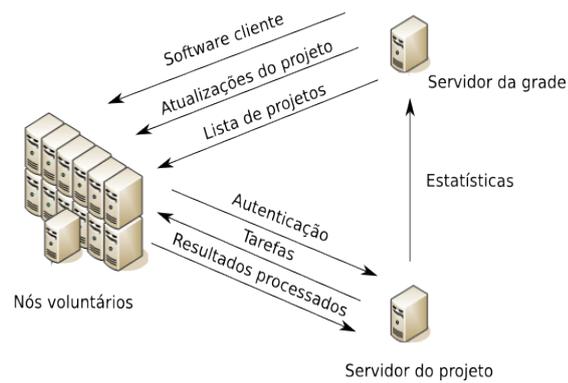


Figura 9 – Componentes de uma típica grade computacional voluntária.

Quando o *software* é executado, o mesmo pode verificar alguma atualização disponível na sua lista de projetos. Após executar um processo de autenticação, o usuário voluntário passa a receber as tarefas a serem executadas em sua máquina. Logo após o processamento das tarefas, os resultados são enviados de volta ao servidor do projeto e novas tarefas serão recebidas para serem processadas (WAINER et al., 1996; ACHARYA; EDJLALI; SALTZ, 1997; ANDERSON; FEDAK, 2006).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo é apresentado alguns trabalhos relacionados à esta dissertação. Os trabalhos pesquisados foram divididos em cinco tipos de tecnologias: Closed Caption; Telefones de Texto; Programas de Vídeo Chamadas, Dicionário de Libras e Tradutores Português-Libras. A escolha de cada tópico se deu pela procura de TA que tivesse como princípio facilitar o processo de informação e comunicação do surdo. Nas subseções seguintes será explicado o funcionamento de cada um dos trabalhos e quais os pontos positivos e negativos.

3.1 Closed Caption

O termo *closed caption*, refere-se ao padrão americano de legendas utilizado pela TV e adotado no Brasil (SIGNIFICADO, 2016). O decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004 que regulamentou as leis nº 10.048 e 10.098, que tratam da acessibilidade das PNE foi o responsável pela regulamentação do uso dessa tecnologia. Hoje a inserção do *closed caption* é obrigatória em pelo menos oito horas diárias da programação televisiva. Até 2019, 100% da programação das emissoras brasileiras deverão contar com o recurso. Existem duas modalidades de *closed caption*: quando é feita para acompanhar programas transmitidos ao vivo, como telejornais ou transmissões esportivas, é conhecida como online, e offline quando pós-produzida para acompanhar, por exemplo, um filme ou episódio de seriado. Na Figura 10 é apresentado um exemplo do funcionamento do *closed caption*.

Apesar de ser um recurso interessante para pessoas surdas, permitindo que ele possa ter acesso ao conteúdo da TV, o *closed caption* ainda não está presente em toda programação da TV e o formato que as informações são passadas é a partir de legendas em português. Nesse aspecto, essa tecnologia é aproveitada pelos poucos surdos que dominam a língua portuguesa e que estejam assistindo exatamente nos horários que o recurso é oferecido.

3.2 Telefones de Texto

O primeiro TDD (Telephone Device for Deaf - Aparelho Telefone para Surdos) também conhecido como TTY (TeleTypewriter) foi criado por Robert Weitbrecht em 1964 (?). Trata-se de um aparelho que permite a comunicação através de mensagens de texto utilizando os recursos tecnológicos das empresas de telefonia. O aparelho é uma adaptação do telefone convencional, com um teclado aclopado para digitação das mensagens e uma tela de LCD para visualização delas (Figura 11).

O funcionamento desse aparelho é simples, mas para realizar uma ligação, as duas pessoas devem possuir o aparelho. Com o tempo, foi criada uma Central de Intermediação - CIC, também conhecida como CIC 142. Com ela é possível que um surdo que possui um



Figura 10 – Exemplo do funcionamento do *closed caption* em uma transmissão ao vivo (SIGNIFICADO, 2016).



Figura 11 – Aparelho Telefone para Surdos (NOTISURDO, 2016).

TDD se comunique com um ouvinte que não tenha o aparelho, através de um intermediário que irá ler as mensagens escritas pelo surdo e falar para o ouvinte que possui um telefone convencional (Figura 12). Por sua vez, o ouvinte poderá falar para o intermediário alguma informação e este irá transcrever a fala do ouvinte para o surdo.

Esse tecnologia não foi bem vista pela comunidade em geral quando foi lançado. Além

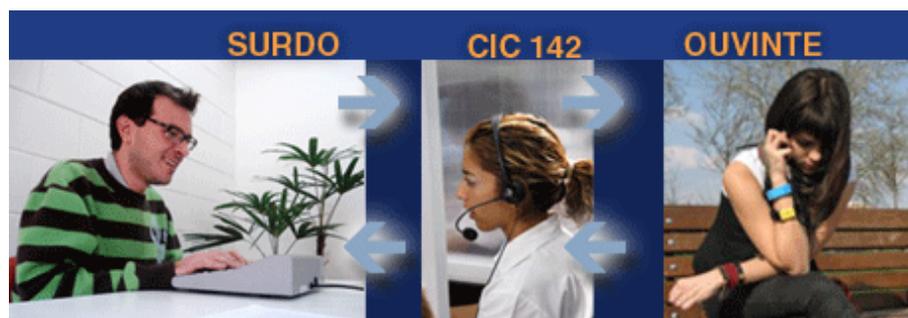


Figura 12 – Exemplo do funcionamento da Central de Intermediação - CIC (SIGNIFICADO, 2016).

da necessidade de ter o aparelho, que tinha um custo elevado, os surdos tinham que dominar o português. E nos casos do uso da CIC, além de não trazer independência para o surdo, proporcionava constrangimento em assuntos de intimidade.

Com o passar dos anos e o avanço tecnológico, esse formato de comunicação foi substituído pelo Serviço de Mensagens Curtas ou *Short Message Service*, mais conhecido como SMS. Serviço oferecido para os telefones celulares, essa nova tecnologia permitiu a independência do surdo no processo de comunicação não presencial com alguma pessoa. Por sua vez, com a expansão da Internet e a popularização dos smartphones, o uso de aplicativos de mensagens instantâneas como Whatsapp, Viber, Telegram, entre outros, o diálogo utilizando mensagens de texto está bem mais acessível economicamente para os surdos. Porém, esses recursos caem no mesmo problema por não usarem a língua natural de comunicação dos surdos, a Libras.

3.3 Programas de Vídeo Chamada

Por se tratar de uma língua visual, a melhor maneira de se manter a comunicação a distância entre dois surdos que dominam a Libras, é com uma tecnologia de vídeo chamada. Hoje, existem diversos programas que permitem a comunicação online com o uso de uma *Webcam*, possibilitando a comunicação em Libras. Programas como Oovo, Skype, Camfrog, Hangouts, Facebook Messenger e Viber, entre outros que tem como recurso a comunicação por vídeo e por texto são utilizados pela comunidade surda.

Jeferson e Rachel mostram a importância desses programas para o dia a dia dos surdos. Através de entrevistas com pessoas surdas, Rachel observou a importância desse recurso com os depoimentos dos entrevistados, um dos entrevistados diz: "Eu sempre dou preferência aos meios que possibilitem uma comunicação por intermédio da Libras com o uso de webcam, ...".

Essa tecnologia pode ser considerada o meio perfeito para que dois surdos possam se comunicar. Contudo, o diálogo se torna complicado quando existe a necessidade de um surdo conversar com um ouvinte que não domina a Libras. Caso o ouvinte não conheça

a Libras ou o surdo não domine o português, o diálogo não será confortável para ambos os lados.

3.4 Dicionário de Libras

O INES (Instituto Nacional de Educação de Surdos) possui um dicionário de Libras, onde é possível a tradução de palavras da língua portuguesa para a Libras (INES, 2016). O projeto pode ser utilizado em sala de aula, na Internet e até na construção de livros virtuais, traduzindo informações por meio de sinais animados, apresentados via computador. Na Figura 13 é apresentada a versão Web do dicionário.



Figura 13 – Dicionário de LIBRAS, versão 2.1 (INES, 2016).

O dicionário é muito importante para que surdos e ouvintes possam compreender melhor a segunda língua. Os ouvintes podem além de verificar execução de um sinal, podem entender o contexto de cada sinal. O mesmo conceito se remete aos surdos, que podem analisar com mais detalhes a formação de uma palavra em português.

Outros projetos além do INES também tem recursos de um dicionário português-Libras. No entanto, até o momento dessa pesquisa o INES é o único que tem uma versão ativa e funcional.

3.5 Softwares de Tradução Português-Libras

A diferença entre os softwares de tradução português-Libras para o(s) dicionário(s) português-Libras, se dá principalmente pelo fato que os tradutores permitem realizar a tradução de palavras e frases em português, falado ou escrito, para a Libras em sua forma gestual. Basicamente, essas alternativas são tradutores que utilizam gifs gravados por pessoas ou renderizado em animações 3D para representar os sinais em Libras. No entanto, os tradutores não tem como princípio esmiuçar as questões gramaticais da palavra ou frase traduzida.

Como demonstrado no Capítulo 2 na seção *Surdez e Língua Brasileira de Sinais - Libras*, a Libras têm regras e conceitos que a distingue do português. Devido a isso, a tradução do português para Libras requer um estudo aprofundado na língua de sinais.

No processo de tradução de uma frase, os tradutores têm que adaptar a frase para que fique dentro dos conceitos da Libras. Como por exemplo, na frase: "Eu irei para casa.". O tradutor têm que retirar da frase os conectivos, analisar o tempo e identificar de qual contexto a frase se trata. O resultado dessa análise de texto é uma frase em *Libras escrito*: "EU IR CASA". Após esse procedimento, são demonstrados os sinais "EU", "IR" e "CASA", nessa ordem.

Os tradutores têm versões para web, aplicativos para dispositivos móveis, plugins para tornar sites acessíveis e versões para desktop.

Os plugins para tornar sites acessíveis a Libras tem como objetivo traduzir os textos contidos em algum site. Basta o leitor selecionar um pedaço do texto contido no site que tem o plugin para executar a tradução. Esse recurso só é disponível caso o administrador do site entre em contato com a instituição que desenvolveu o projeto e solicite o serviço, que pode ser pago ou gratuito. Na Figura 14 e 15 pode-se observar dois exemplos desse recurso que é perfeito para surdos que precisam ler algum conteúdo Web.



Figura 14 – Rybená versão Web. (RYBENÁ, 2016).

Nas versões para dispositivos móveis, o usuário precisa digitar no aplicativo a palavra ou frase em português que queira traduzir (Figura 16 e ??). Apesar de ser uma tecnologia interessante pela popularização dos smartphones, a comunidade surda tem várias críticas no sentido de que os apps são mais relevantes para os ouvintes do que para os surdos.

As versões web e desktop são bem parecidas. O diferencial é que a Web necessita de um navegador com acesso a Internet, enquanto a Desktop, necessita que o software seja

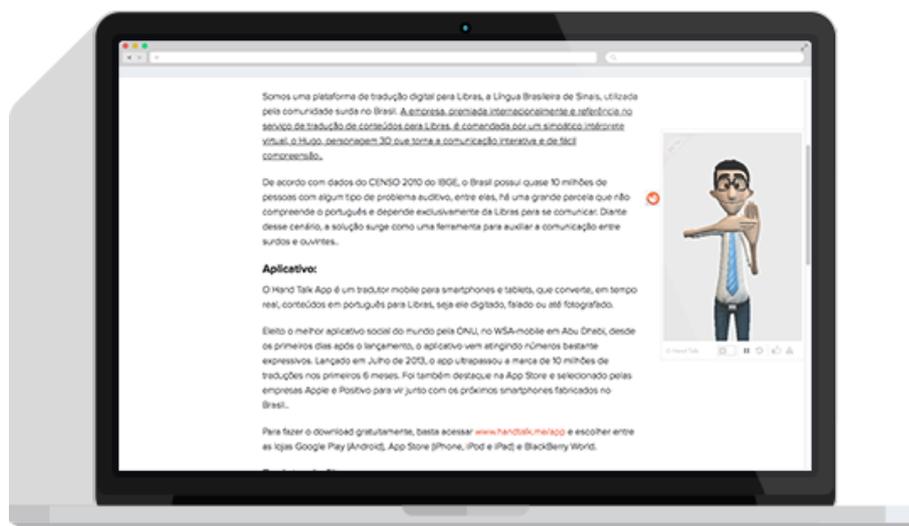


Figura 15 – Hand Talk versão Web. (TALK, 2012).

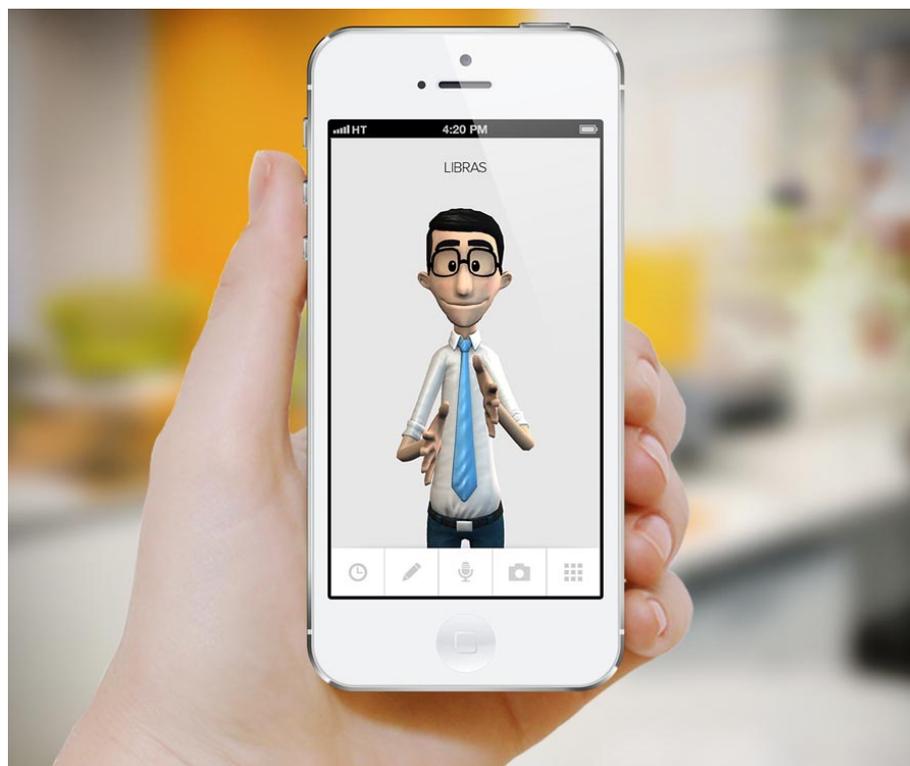


Figura 16 – Hand Talk versão móvel. (TALK, 2012).

instalado para que possa ser rodado com ou sem Internet.

Os principais projetos brasileiros relacionados a tradução do português para Libras são: Hand Talk, Prodeaf, Rybená, Falibras e o Vlibras.

Apesar da grande iniciativa desses projetos, existe insatisfação por parte dos surdos em relação ao contexto da tradução. Muitos comentam que os programas são mais úteis para pessoas ouvintes que precisam aprender alguma palavra em Libras sinalizado do que propriamente para os surdos.

O Falibras foi o projeto escolhido como tradutor do sistema desenvolvido nesse trabalho. A escolha do Falibras se deu pela boa comunicação com o grupo de pesquisa do projeto, como também, por conta do seu engenho de tradução, que utiliza técnicas de aprendizagem de máquina em busca de melhoria contínua para melhorar a qualidade da tradução. Outro fator determinante foi o livre acesso ao seu código-fonte, que proporcionou a autonomia necessária para modificar e melhorar os recursos computacionais do tradutor.

3.6 Considerações sobre os Trabalhos Relacionados

Tendo como base as observações extraída a partir dos trabalhos apresentados neste capítulo, pode-se perceber que a alguns dos trabalhos (*Closed Caption*, dispositivos e programas para troca de mensagens) só são úteis para a comunidade surda que domina a língua portuguesa. Os tradutores são mais utilizados por ouvintes do que propriamente pelos surdos e os programas de vídeo chamada, por mais que sejam ótimos para o diálogo entre surdos, não ajudam no processo de comunicação com a comunidade ouvinte.

Já os dicionários e os tradutores tem uma relevância quase igualitária para surdos e ouvintes. Nesse aspecto, o trabalho dessa dissertação equilibra essas questões com um sistema de troca de mensagens acessível para surdos, por ser integrado a um tradutor para Libras, e acessível para ouvintes, por utilizar português escrito.

4 VISÃO GERAL DO FALIBRAS MESSENGER

Neste capítulo é detalhado as principais características do sistema final desse trabalho. Esse sistema trata-se da integração do tradutor português-Libras Falibras com a rede social de mensagens instantâneas Telegram. A integração permitiu que as mensagens dos diálogos fossem traduzidas para Libras em uma mesma interface e em tempo real. O objetivo dessa integração é que pessoas que não conhecem a Libras possam aprender coisas básicas da língua de sinais. Por conseguinte, os que já tiveram contato com a Libras, possam praticá-la.

A escolha de integrar o Falibras à uma rede social de mensagens se deu pelo grande poder de comunicação e interatividade existente nelas. A escolha da rede social Telegram, como já determinado na Seção 2.3, veio da disponibilização do código fonte de toda sua aplicação.

Este capítulo é organizado em quatro seções. Primeiro, na Seção 4.1 é mostrado os Requisitos Funcionais e Não funcionais do sistema proposto. Na Seção 4.2 é apresentado o processo para a adaptação da interface do Telegram com o tradutor integrado. Já a Seção 4.3 contém informações técnicas da integração. Por fim, na Seção 4.4 é demonstrado o funcionamento do sistema na ótica do usuário.

4.1 Requisitos e Definições

A integração do Falibras trouxe modificações na interface e conseqüentemente a adição de novas funcionalidades para o usuário. Com a finalidade de garantir que o comportamento do sistema não fosse alterado com as novas funcionalidades, foi realizado um estudo no Telegram para compreender os seus requisitos funcionais e não funcionais. Como base técnica para o levantamento desses requisitos, foi utilizado a técnica de Engenharia Reversa. Engenharia Reversa é o processo de analisar a estrutura, funcionamento e as operações de um sistema ou objeto, com o intuito de (re)criá-lo (CHIKOFFSKY; CROSS, 1990). Esse processo consiste em, por exemplo, desmontar uma máquina para descobrir como ela funciona. O levantamento desses requisitos serviu como referências para testar o sistema após cada passo da integração. Desse modo, aumenta o grau de garantia que a integração não trouxe mudança de comportamento das funcionalidades da rede social.

As novas funcionalidades criadas com a integração do Falibras foram elaboradas com o apoio de dois intérpretes e um professor de Libras. O auxílio dos profissionais ajudou para que os requisitos adicionados fossem elaborados a partir da compreensão de mundo de uma pessoa surda. Desse modo, a interface e a usabilidade seria inclusiva e permitiria o uso das duas comunidades.

4.1.0.1 Requisitos Funcionais

Para demonstrar os Requisitos Funcionais (RF), foi utilizado o método ágil User Stories (Histórias de Usuário). Segundo Nazzaro e Suscheck (NAZZARO; SUSCHECK, 2010) histórias de usuário são narrativas que podem descrever as interações que um usuário poderia ter com um sistema, tendo como foco a melhor experiência possível para o usuário. Ainda de acordo com Nazzaro e Suscheck, as histórias de usuários, não é, e não substitui a documentação de requisitos de um sistema, é um tópico que ajudará na elaboração deles.

Logo abaixo, segue a lista com os novos requisitos funcionais disponibilizados pelo sistema após a integração. Será usado o seguinte padrão de histórias de usuário para demonstrar cada requisito:

Sendo um usuário **eu quero** capacidade ou funcionalidade **para** valor de negócio ou benefício.

Os RF serão organizados por letras em caixa alta para que posteriormente fique mais fácil a compreensão da disposição deles na interface. A seguir segue os RF:

- A - **Sendo um** usuário **eu quero** visualizar a tradução da mensagem na mesma interface **para** não precisar visualizar em outro sistema.
- B - **Sendo um** usuário **eu quero** solicitar a tradução da mensagem clicando em um botão **para** não precisar selecionar a mensagem inteira para tradução.
- C - **Sendo um** usuário **eu quero** visualizar a palavra em português simultaneamente com a tradução em Libras **para** melhor compreender a tradução.
- D - **Sendo um** usuário **eu quero** que todas as minhas informações do Telegram sejam importadas para o novo sistema **para** não precisar criar uma nova conta

4.1.0.2 Requisitos Não Funcionais

Requisitos Não Funcionais (RNF) trata-se da descrição de restrições de todo o sistema, ou de parte dele, de fatores como segurança, desempenho, usabilidade, entre outros. Em muitos casos, os RF existem para atender as necessidades impostas pelos RNF.

Existem diferentes propostas de classificação para os RNF e cabe aos projetistas analisar e propor os requisitos que mais se enquadram com as necessidades dos usuários do sistema. Portanto, segue a lista de RNF que são importantes para o bom uso do público alvo do sistema desse trabalho:

- Desempenho - O tempo de resposta das traduções não deve ultrapassar 3 segundos. O tempo para carregar a tela inicial do sistema não pode ultrapassar a média dos sites em geral que é de 9 segundos.

- Escalabilidade - A partir dos dados fornecidos nas Figuras 7 e 8 da Seção 2.3 do Capítulo 2, é notório o número gigantesco de usuários existentes nas redes sociais. Portanto, a arquitetura proposta nesse sistema deve permitir fácil escalabilidade para suportar o número expressivo de requisições sem comprometer a qualidade do serviço.
- Disponibilidade - O sistema tem que está disponível 24h por dia.
- Integridade/Segurança - Os usuários precisaram ser autenticados para ter acesso aos serviços do sistema.
- Portabilidade - O sistema deverá ser usado em qualquer plataforma e em qualquer sistema operacional, contanto que possua um Browser com acesso a Internet.
- Confidencialidade - O conteúdo das mensagens trocadas entre os usuários tem que ser extremamente confidencial;
- Confiabilidade - O sistema deverá sempre processar as mensagens enviadas do usuário e comunicar ao usuário se a mensagem foi enviada corretamente ou não.
- Usabilidade - O sistema tem que ter uma interface acessível e de fácil entendimento para todos os padrões de usuários determinados.

Com exceção do tempo de tradução relacionado ao Desempenho, todos os outros RNF já são atendidos pelo Telegram. Contudo, é de suma importância que a adição do Falibras não compromettesse nenhum desses requisitos. Após testes, observou-se que a arquitetura de tradução do Falibras não era escalável e não atendia as necessidades de tradução propostas nesse trabalho. O Capítulo 5 explana as melhorias da infraestrutura do Falibras.

4.2 Protótipo de Interface

Mesmo antes da escolha do Telegram como aplicação base para a integração, foi desenvolvido um protótipo de interface para ajustar o tradutor na tela de diálogo do mensageiro. O desenvolvimento do protótipo de interface iniciou com a análise da interface de várias redes sociais de mensagens instantâneas. O processo de Engenharia Reversa é reutilizado neste caso para compreender o funcionamento de cada funcionalidade e por conseguinte avaliar quais modificações atenderiam os RF sem trazer perda de usabilidade para os usuários.

A Figura 17 apresenta o protótipo de interface levando em consideração o padrão das versões Web das redes sociais analisadas. A disposição das principais funcionalidades foram destacadas de vermelho para facilitar o seu entendimento, sendo assim temos: (I) lista de contatos do usuário logado; (II) histórico do diálogo entre um contato; (III) bloco

para escrita de mensagens em português; (IV) visualização da tradução em Libras e; (V) legenda correspondente ao sinal que está sendo executado.

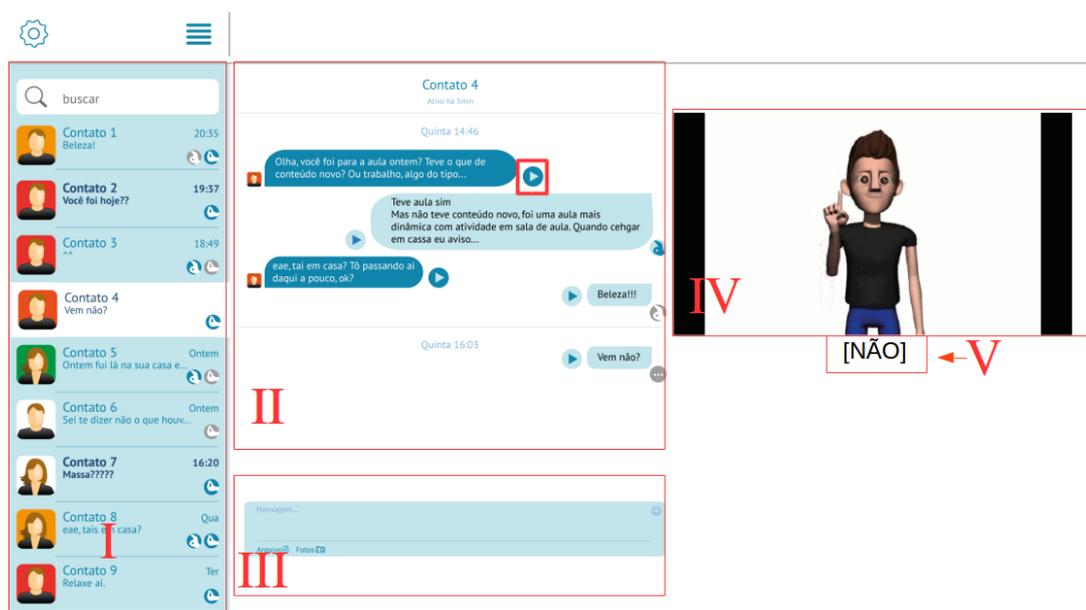


Figura 17 – Modelo de interface.

O botão com o formato de play que está destacado em vermelho presente no Bloco II da Figura 17 representa o botão que solicita a execução da tradução. Cada mensagem enviada ou recebida teria um botão de play correspondente a ela e ao ser clicado, a mensagem setada é traduzida e reproduzida em Libras no Bloco IV. Estudos elaborado com voluntários surdos utilizando a técnica de fantasia direcionada (FRANCO; BRITO; CORADINE, 2013), determinou o símbolo play como o mais intuitivo para a reprodução de vídeos e animações.

As Figura 18 e 19 tem-se, respectivamente, a interface original da versão Web do Telegram e a interface adaptada com o Falibras. Com a finalidade de torna-la acessível e inclusiva, através do Método de Avaliação de Comunicabilidade (MAC) (SOUZA, 2005), três intérpretes e um professor de Libras, observaram a interface com o objetivo de afirmar se o Telegram com o Falibras estava em uma simbologia universal, ou seja, que o entendimento dos símbolos não depende da língua. Eles chegaram a conclusão que as dificuldades para o entendimento de determinados símbolos são iguais para surdos e ouvintes, desta maneira o uso do sistema poderia se considerar acessível e inclusivo para surdos e ouvintes.

A Figura 20 esclarece o processo de alteração. A modificação iniciou com a expansão da grade referente ao diálogo e conseqüentemente a compressão das laterais (Bloco I e Bloco II). O espaço referente a lista de contatos e ao próprio diálogo não foram alterados. No Bloco II é adicionado os botões de tradução, um para cada mensagem enviada ou recebida. Por fim, no Bloco IV é mostrado o avatar e as legendas de cada tradução.

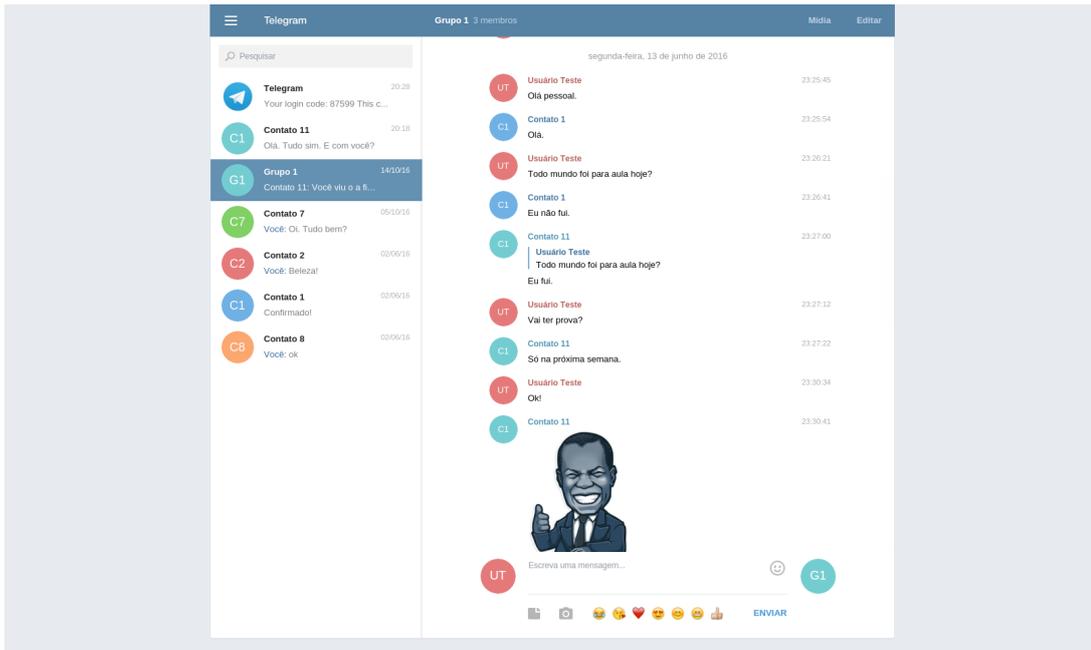


Figura 18 – Interface da versão original do Telegram.

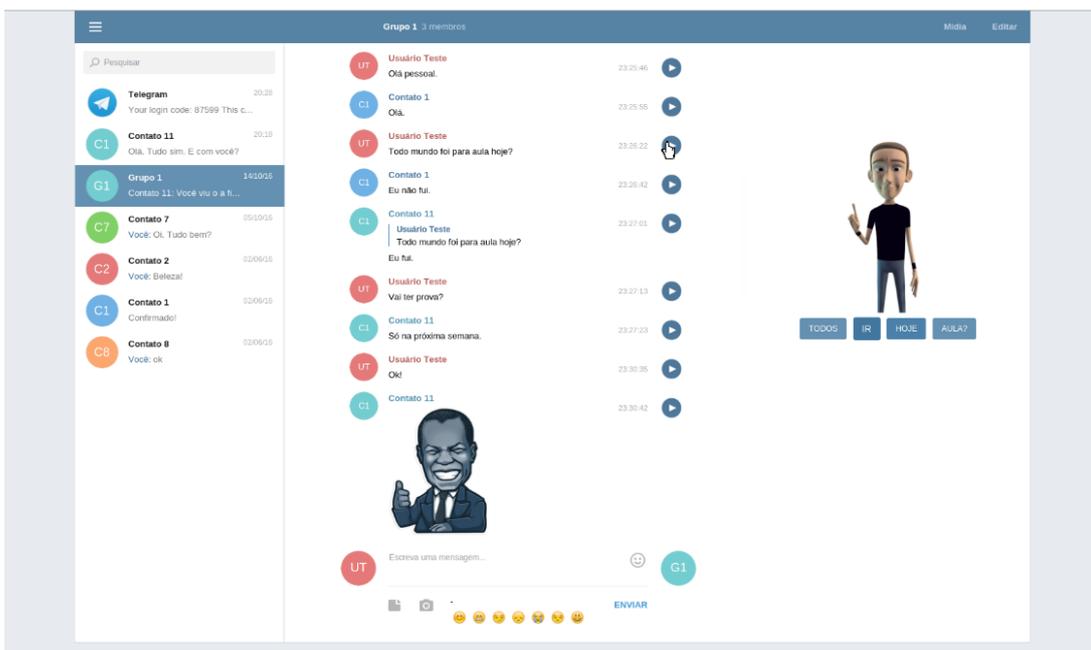


Figura 19 – Versão do Telegram com interface acessível e inclusiva após a integração com o Falibras.

4.3 Arquitetura do Sistema

O Telegram, rede social de mensagens utilizada nesse trabalho, tem o seu código fonte aberto para que o mesmo possa ser alterado e melhorado, porém o código do servidor é fechado (TELEGRAM, 2016). Este fato faz com que o Telegram permita que aplicações distintas acessem a mesma base de dados de forma segura. Como prova de segurança da



Figura 20 – Detalhamento da alteração da interface.

sua base de dados, em 19 de dezembro de 2013, o apoiador do Telegram, Pavel Durov anunciou que iria dar US\$200.000 em Bitcoins a alguém capaz de quebrar a criptografia do mensageiro (TELEGRAM, 2013). Não houve vencedores.

Toda a estrutura do Telegram é feita em AngularJS. O AngularJS é um framework JavaScript mantido pelo Google e que vem ganhando cada vez mais adeptos para o desenvolvimento de aplicações WEB (JS, 2009). Ele se enquadra no padrão de arquitetura de software MVC(Model-view-controller) e MVVM(Model View ViewModel). Ele permite que você use HTML como linguagem de modelo e permite estendê-lo para expressar os componentes da sua aplicação de forma clara e sucinta. Segundo a própria documentação, o AngularJS é o que o HTML seria se tivesse sido projetado para aplicações dinâmicas.

Desse modo, a arquitetura do sistema desse trabalho se baseou no modelo MVC do AngularJS. Existem diversas maneiras de especificar o modelo MVC e essas formas variam de acordo com a aplicação ou do entendimento do projetista de quais obrigações cada artefato terá. A Figura 21 apresenta o modelo MVC de acordo com as especificações do Telegram. A camada View é responsável pela interação com o usuário, ela apenas faz a exibição dos dados. A View pode conter um conjunto de visões, que seriam diferentes tipos de telas ou interfaces do sistema. A camada Model manipula os dados, ela é responsável pela leitura e escrita dos dados no banco e também realiza as validações de acesso. Já a camada Controller, tem a responsabilidade de receber as requisições do usuário, trata-las e se comunicar com a View e a Model. Na arquitetura do Telegram, o acesso a Model só pode ser feito através da camada Controller.

Basicamente, o fluxo inicia com o usuário solicitando algo ao Controller via url (1), por sua vez o Controller solicita dados a Model (2), que irá validar as permissões e retornar

as informações solicitadas ao Controller (3). Após isso, o Controller seleciona a View e envia os dados (4). A View selecionada retorna o template (HTML) com os dados para o usuário (5). O Falibras foi adicionado ao Telegram de tal forma que esse fluxo não fosse comprometido.

Na integração do Falibras foram adicionados dois componentes na camada Controller e um componente na camada View. A Figura 22 amplia as informações da Figura 21 e mostra a arquitetura do Telegram com os componentes do Falibras. Os componentes adicionados foram: Translator Connector - responsável de se comunicar com o Falibras e obter a tradução; Translation Execution - responsável por tratar a tradução recebida pelo Translator Connector e envia-las para a View; Translation View - visão responsável por reproduzir os sinais traduzidos.

Sendo assim, quando o usuário requisita uma tradução, o Translator Connector absorve a mensagem solicitada, envia essa mensagem em formato de texto para o Falibras via Json, o Falibras retorna outro Json contendo as glosas, os sinais e o tempo de execução da tradução. Após receber essas informações o Translator Connector passa essa lista para o Translation Execution que irá enviar os dados relacionados aos sinais para uma visão específica da View. A View selecionada para apresentar essas informações ao usuário é o componente adicionado, o Translation View.

Apesar dos componentes Translator Connector e Translation Execution terem sido adicionados dentro da camada Controller, os dois não alteraram nenhuma função original do Telegram. Em caso de atualização do Telegram, eles podem ser removidos e adicionados sem comprometer o funcionamento correto do sistema. Já o Translation View, alterou uma das visões da camada View, conforme explicado na Seção 4.2, essa alteração foi necessária para que a tradução pudesse ser visualizada pelo usuário na mesma interface. Neste caso, o Translation View requer mais atenção em possíveis atualizações do Telegram.

4.4 Funcionamento do Sistema

No ponto de vista do usuário, a usabilidade do sistema será igual a versão original, com exceção da tradução. Neste caso, esta seção irá focar apenas na funcionalidade tradução. Como já descrito, cada mensagem recebida ou enviada conterá um botão com o formato de play que ao ser apertado sistema irá traduzir para Libras as palavras contidas na mensagem. Na execução da tradução, conforme especificado nos RF, o usuário pode visualizar a legenda relacionada ao sinal. A fim de facilitar o entendimento de qual sinal está sendo reproduzido, as os quadros das legendas se moldam de acordo com o sinal que está sendo reproduzido. Usando o exemplo de tradução da frase (Todo mundo foi para aula hoje?) onde a tradução em Libras fica ([TODOS] [IR] [HOJE] [AULA?]), quando o primeiro sinal ([TODOS]) é reproduzido a sua legenda fica maior que as demais e com um tom de azul mais forte. No momento que o primeiro sinal termina e começa o segundo ([IR]), a legenda de [HOJE] volta ao tamanho e cor normal e conseqüentemente a legenda

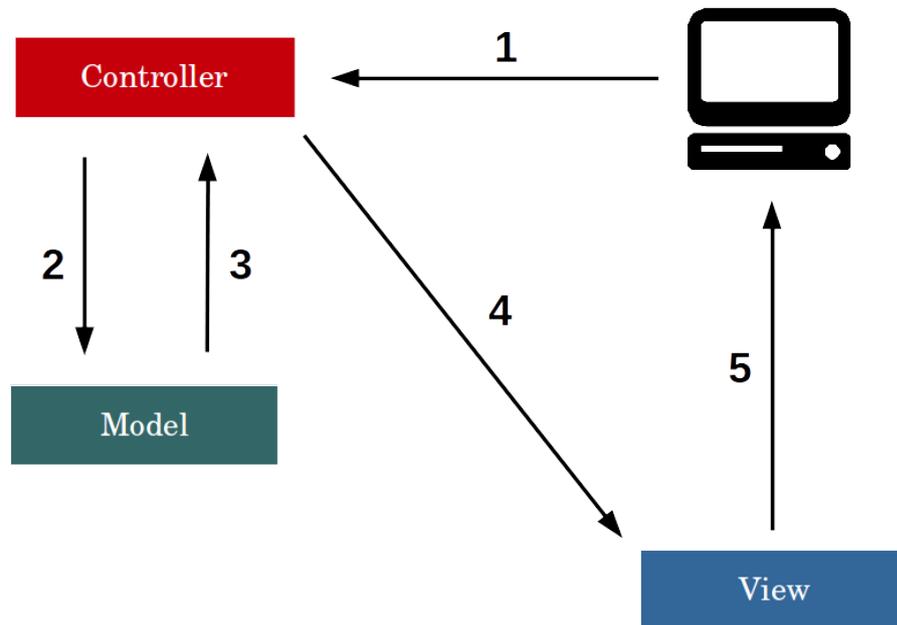


Figura 21 – Funcionamento do padrão MVC utilizado pelo Telegram

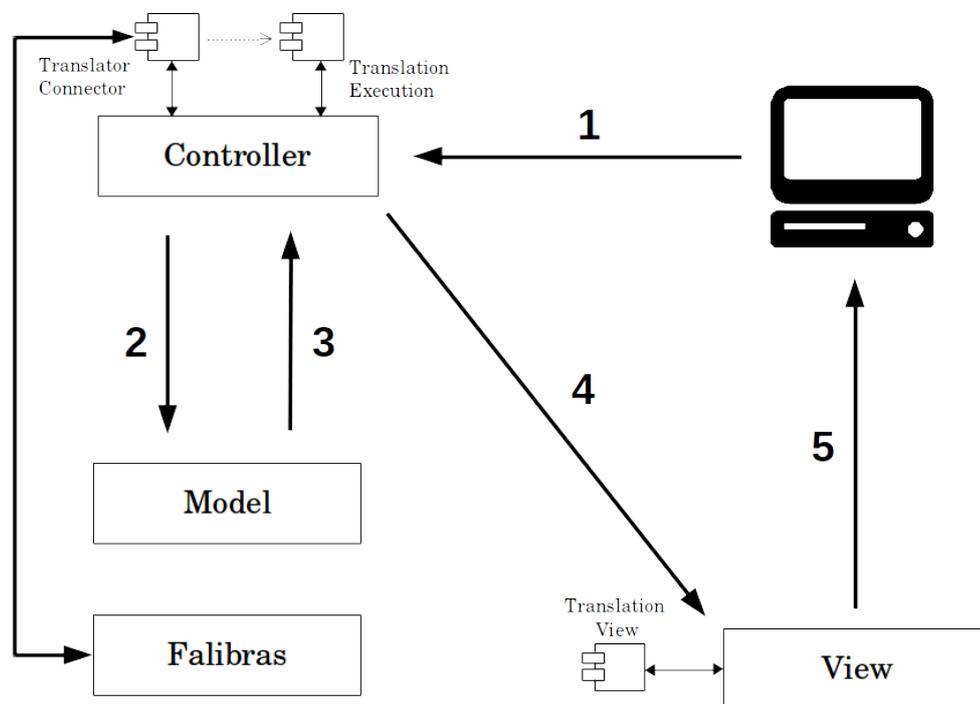


Figura 22 – Versão do Telegram com interface acessível e inclusiva.

[TODOS] ficará maior e com a cor mais forte. Isto ocorre até o final da tradução, o sinal traduzido terá sua legenda em destaque. A Figura 23 detalha esta interação com mais facilidade.

O único ponto adicional referente as funcionalidades adicionadas é que os blocos com a legenda também são botões. Cada botão irá traduzir a palavra contida na legenda. Neste caso, ao clicar na legenda HOJE, por exemplo, será executado o sinal de [HOJE] pelo avatar do Falibras. No Capítulo 6, referente a avaliação do sistema, é mostrado se a disposição dos botões e do avatar na interface está de fácil entendimento.

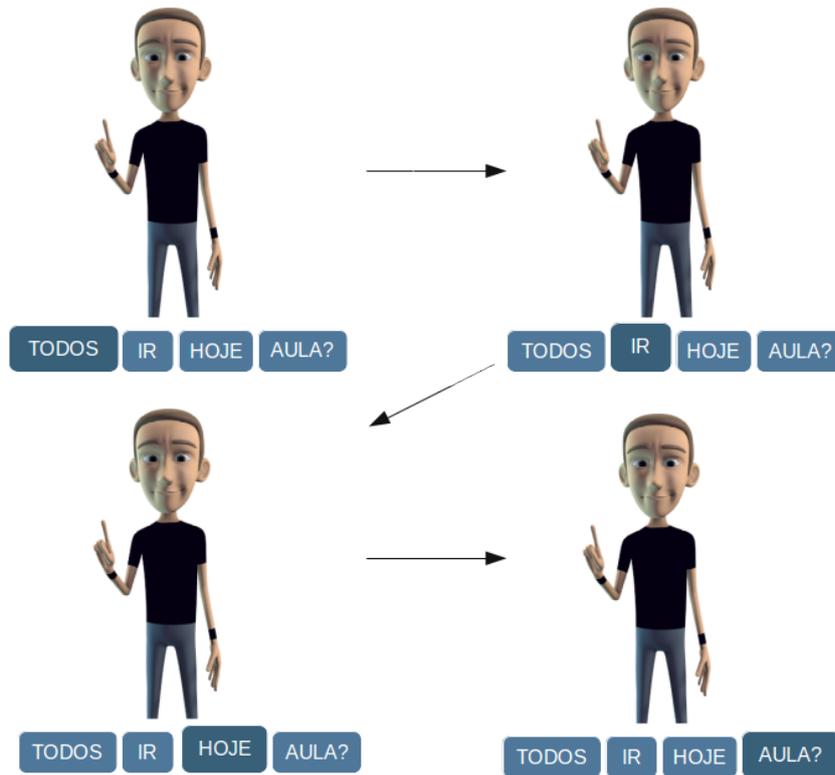


Figura 23 – Representação das legendas de uma tradução.

5 INFRAESTRUTURA ESCALÁVEL

Este capítulo irá expor a nova arquitetura cliente-servidor do Falibras. Conforme mostrado superficialmente na Seção 4.1.0.2, a arquitetura do Falibras apresentava limitações relacionadas a baixa escalabilidade no atendimento de uma demanda crescente de traduções simultâneas. Tal problema ganhou mais evidência no contexto deste projeto, uma vez que, o número de acessos às redes sociais, como já demonstrado neste trabalho na Seção 2.3, possui demanda crescente e com números expressivos, na ordem dos milhões.

Portanto, surgiu a necessidade de reestruturar a arquitetura para que fosse possível a promoção de escalabilidade de baixo custo e de forma voluntária. A partir disso, a arquitetura de *Grid Computing* (FOSTER; KESSELMAN, 1999), aliado ao conceito de *Volunteer Computing* (ANDERSON, 2001), foram escolhidas como meio para melhorar o desempenho e disponibilidade, como também, aumentar a escalabilidade do sistema.

O *framework* utilizado para o desenvolvimento da arquitetura de baseada em grade foi o JPPF 5.0.4 (JPPF, 2016). Por ser escrito em Java, uma linguagem de programação multiplataforma, e por ser um projeto *opensource*. O JPPF fornece diversas abstrações para representar tarefas, trabalhos, etc. As *interfaces* utilizadas para este trabalho foram os *Tasks* e os *Jobs*. *Tasks* são usados para representar qualquer tarefa que será executada na grade. Já um *Job* é formado por um conjunto de *Tasks*. No contexto do projeto em questão, cada frase a ser traduzida é considerada uma *Task* que serão executadas de modo paralelo.

A Figura 24 representa a arquitetura de tradução distribuída do Falibras. A mesma é composta por vários componentes apresentados a seguir.

- *Nodes* - Usuários voluntários que contribuem com seus recursos computacionais à

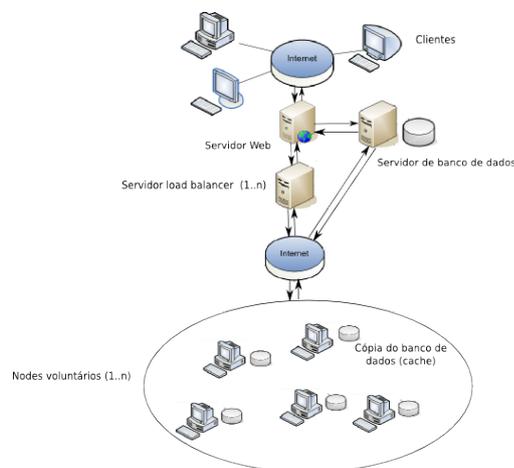


Figura 24 – Arquitetura de tradução do Falibras baseada em grade computacional voluntária.

grade, processando as traduções.

- *Cientes* - Requisitam as traduções ao sistema via serviços *Web*, através da interface do Telegram/Falibras.
- *Servidor web* - Responsável por receber as solicitações dos clientes e encaminhá-las ao *Servidor “load balancer”*.
- *Servidor de banco de dados* - Responsável por armazenar o banco de dados de tradução, além de disponibilizar os dados de *cache* para os *Nodes*. O gerenciador de banco de dados utilizado foi o MySQL 5.5 (MYSQL,).
- *Servidor “load balancer”* - Tem o papel de escalonar e distribuir as tarefas de tradução aos *nodes*, com a possibilidade de expansão para mais de um servidor. O mesmo utiliza o algoritmo *Round Robin* para o escalonamento e o protocolo TCP para o transporte dos dados na rede.

De um modo geral, quando o cliente requisita uma tradução de uma ou mais frases ao sistema através da interface do Telegram/Falibras, a frase é inserida em uma *task* dentro de um *job*. Onde é transferido para o *servidor “load balancer”*, atuando como um escalonador, e enviando para algum *node* ocioso conectado à grade. Em seguida, o *node* processa a tradução da frase e retorna uma lista de glosas. Onde a mesma percorre o caminho inverso e, no final, é exibida a frase traduzida para o cliente.

Para que um usuário se torne um nó voluntário, basta que o mesmo baixe e execute a aplicação *Falibras Node*, que futuramente estará disponível para o *download* no site do projeto. Com isso, no momento em que o computador do usuário estiver inativo, o *Falibras Node* iniciará uma proteção de tela e solicitará uma cópia do banco de dados das entidades necessárias para a tradução, a ser armazenada na memória RAM, similar a um *cache* de dados. Tal solicitação é realizada através de *webservices RESTful*. Em seguida, é estabelecida a conexão do *Node* à grade, pronto para realizar traduções. Assim, caso o servidor de banco de dados venha a parar de funcionar, os dados estarão disponíveis nas réplicas ativas da grade; além de evitar requisições constantes ao servidor de banco de dados, de forma a aumentar o desempenho no processamento das traduções.

5.1 Serviços Web

A implementação dos serviços Web teve como objetivo a disponibilização e alteração/adição de palavras pelos nós voluntários, além de disponibilizar o serviço de tradução aos clientes (usuários que interagem com a interface do Telegram/Falibras). Essa abordagem foi utilizada para esconder a complexidade das funcionalidades do Telegram/Falibras, bastando somente que as aplicações requisitem os serviços através de URI's. Outro motivo para o uso dos serviços Web foi aumentar a segurança no acesso ao banco de dados, já

```

{
  "frase": "O menino caiu",
  "glosas": [ ["MENINO", "JÁ", "CAIR"] ]
}

```

Figura 25 – Exemplo de dado de resposta em JSON.

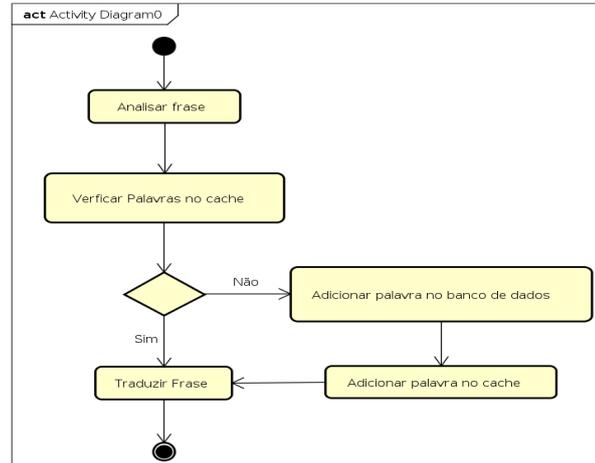


Figura 26 – Estratégia de sincronização de dados adotada para a solução proposta.

que somente os *webservices* possuem acesso ao mesmo, além da expandir o seu uso para outras plataformas. Para o desenvolvimento dos *webservices*, foi utilizado o *framework* Jersey 2.22.1 (JERSEY, 2016) pelo motivo de o mesmo ser *opensource* e possuir uma vasta documentação na internet.

O *webservice* que disponibiliza o serviço de tradução aos clientes é o gatilho para a chamada dos métodos responsáveis pelo processamento das traduções na grade. A requisição do texto a ser traduzido é enviada para a URI do serviço. Após o processamento da tradução, o serviço envia como resposta o texto requisitado e a lista de glosas, ambas no formato JSON, representada na Figura 25. Foi escolhido o JSON pelo motivo do transporte de dados ser mais leve do que o XML.

5.2 Estratégia de Sincronização

Em um sistema distribuído, há a necessidade de que os dados dos recursos que o compõem, sejam sincronizados em casos de replicação (TANNEBAUM; STEEN, 2007). Por isso, a Figura 26 exemplifica um diagrama de atividade simplificado que define os passos para a estratégia de sincronização adotada, para o caso em que seja necessário a adição/alteração de uma palavra nova.

Como mostrado na Figura 26, a frase requisitada é analisada percorrendo todas as suas palavras para averiguar se as mesmas já estão no *cache* do Falibras *Node*. Caso alguma não esteja, a palavra é adicionada no servidor de banco de dados via serviços Web. Logo após, a palavra é inserida no *cache* do Falibras *Node* e a tradução da mesma já pode ser

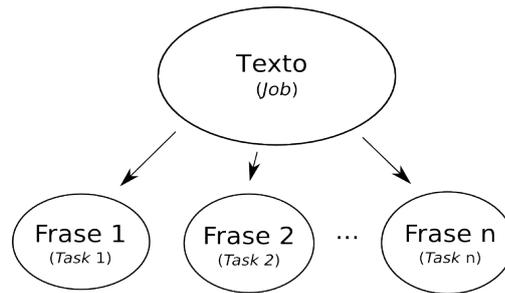


Figura 27 – Estratégia de paralelismo adotada no processamento das traduções.

realizada normalmente. Assim, tanto o servidor de banco de dados quanto o *cache* do Falibras *Node* estarão com os dados sincronizados, inclusive os dados dos próximos nós voluntários que irão se conectar à grade futuramente.

5.3 Estratégia de Paralelismo

Com o objetivo de aumentar ainda mais o desempenho das traduções, as frases de cada texto requisitado são inseridas em *Tasks*, correspondente a quantidade de frases existentes em um dado texto. A Figura 27 exemplifica essa ideia.

Assim, cada texto requisitado corresponde a um *Job*, onde o mesmo possui o seu conjunto de *Tasks* que serão processados entre os nós da grade. De forma a obter paralelismo na execução. O processo de partição do texto em frases consiste em contar a quantidade de ocorrências do caractere.

6 AVALIAÇÃO

Neste capítulo são apresentadas as atividades realizadas para a avaliação deste trabalho. O método utilizado para a realização da avaliação foi o *Goal-Question-Metric* (GQM). O método GQM foi originalmente proposto por Basili, Caldiera e Rombach (??) para avaliar os defeitos de um conjunto de projetos da NASA. Posteriormente, o uso do GQM foi expandido e tem sido utilizado na engenharia de software para a avaliação de produtos e processos de software.

O GQM contém três níveis: Conceitual - Objetivo; Operacional - Questões e Quantitativo - Métricas. O objetivo (*Goal*) é o que se deseja alcançar com a avaliação e é definido para um objeto e, esse objeto pode ser um produto, um processo, ou um recurso utilizado por um processo. As questões *Questions* são utilizadas para definir um caminho para alcançar um determinado objetivo e tentam caracterizar o objeto de medida relacionado à qualidade. As métricas *Metrics* são definidas através de um conjunto de dados associados com cada questão de forma quantitativa. Esses dados podem ser objetivos e subjetivos.

A execução do GQM pode ser feita de forma gradual e em geral segue 4 etapas:

1. Definição do GQM.
2. Definição dos Mecanismos para Coleta de Dados.
3. Coleta de Dados.
4. Análise dos Dados Coletados.

A definição do GQM é a especificação dos Objetivos, das Questões e das Métricas. Os Mecanismos de Coleta de Dados são os meios com o qual os dados serão recolhidos, é a definição de todas as formas de recolha de dados, como os procedimentos experimentais que cada forma seguirá e as ferramentas automatizadas utilizadas no processo. A Coleta de dados, terceira etapa do modelo GQM, é a execução dos processos definidos nos Mecanismos de Coleta. E por fim, a Análise de dados, é a interpretação das informações adquiridas e a inferência se os objetivos definidos foram alcançados.

Os objetivos dessa avaliação são:

- G1 - Avaliar o potencial do objeto de aprendizagem proposto na melhoria do processo de ensino/aprendizagem da língua de sinais como uma segunda língua.
- G2 - Avaliar a usabilidade do sistema na ótica de ouvintes.
- G3 - Avaliar o quão escalável é a nova infraestrutura.

Foram definidos dois Mecanismos de Coleta para atingir os três objetivos citados. O Mecanismo de Coleta I (MCI), criado para os Objetivos G1 e G2, que teve como intuito verificar a importância da integração do Falibras com o Telegram e mensurar o quanto a presença de um tradutor virtual pode auxiliar na compreensão de mensagens e aquisição do vocabulário de uma segunda língua, como também verificar se a usabilidade da interface está acessível aos dois grupos. Por se tratar de um comunicador de mensagens instantâneas, os testes do MCI foram elaborados com o propósito de simular o diálogo entre dois indivíduos.

Após o teste, entrevistas semi-estruturadas efetuadas com os voluntários envolvidos, tiveram como intuito validar ou não os Objetivos G1 e G2. Além da entrevista, algumas informações foram obtidas através dos arquivos de Log gerados pelos testes.

O outro mecanismo, o Mecanismo de Coleta II (MCII), se resume em testes automatizados que vão servir para avaliar a nova infraestrutura (G3) proposta no Capítulo 5. Foram especificados alguns algoritmos que simularam várias requisições de tradução ao servidor de forma simultânea. Este experimento verificou o comportamento da nova infraestrutura, no momento que recebe uma sobrecarga de requisições.

Por se tratar de dois experimentos distintos, optou-se por definir e apresentar todo o processo GQM de cada experimento de forma separada. Desse modo, cada Experimento terá a seguinte estrutura: (1) Apresentação do Mecanismo de Coleta; (2) Definição das Questões e Métricas; (3) Coleta de Dados; e (4) Análise dos Dados Coletados. O Experimento I (Seção 6.1) visa alcançar os Objetivos G1 e G2 e aborda o Mecanismo de Coleta I e todo o ciclo do processo GQM que o envolve. O Experimento II, apresentado na Seção 6.2, visa alcançar o Objetivo G3 e apresenta o Mecanismo de Coleta II, suas definições e resultados. Para melhor compreensão de cada experimento, primeiro é demonstrado o Mecanismo de Coleta para depois definir as Questões e as Métricas, dessa forma fica mais fácil assimilar onde cada Questão e Métrica se encaixa no experimento.

6.1 Experimento I

6.1.1 Mecanismo de Coleta

Como apresentado anteriormente, o Mecanismo de Coleta do Experimento I tem como fim especificar os meios com os quais serão coletadas informações referentes aos Objetivos G1 e G2. Estas informações foram coletadas através de testes executados no sistema proposto por voluntários. Os testes foram realizados para simular o diálogo simples entre dois indivíduos. Inicialmente, foi elaborado um fluxo para que os testes fossem realizados de forma padronizada e individual, sem trazer ruídos nos resultados. Para isto, foram determinados dois temas para os diálogos: um relacionado a surdez e outro relacionado a esporte. Em seguida, com a ajuda de intérpretes e professores de Libras, foi elaborado um conjunto de frases interrogativas para serem enviadas aos voluntários, simulando as

interações de uma conversa diária. As frases interrogativas foram divididas em duas listas, apresentadas na Tabela 1, sendo uma lista para cada um dos temas escolhidos. A Lista I foi criada assumindo que os dois indivíduos envolvidos no diálogo não se conhecem e que um deles quer saber do outro algo relacionado a surdez. Já a Lista II aborda os temas esporte e olimpíadas.

Tabela 1 – Lista de mensagens

Lista I	
1	Oi. Tudo bem?
2	Qual o seu primeiro nome?
3	Quantos anos você tem?
4	Qual a sua escolaridade?
5	Qual o nome da sua primeira escola?
6	Você teve alguma dificuldade para aprender o português na escola?
7	Você aprendeu Libras na escola?
8	Qual a sua profissão?
9	Você gosta da sua profissão?
10	Você utiliza o português com muita frequência no dia a dia?
11	Você vê surdos no dia a dia?
12	Você trabalha ou estuda com surdos?
13	Você já fez algum curso de Libras?
Lista II	
14	Você gosta de assistir jogo de futebol?
15	Torce para algum time?
16	Você já foi assistir algum jogo no estádio?
17	Você assistiu as Olimpíadas?
18	Você viu o a final do jogo do Brasil e Alemanha?
19	Você assistiu outro esporte?
20	Você pratica algum esporte?
21	Obrigado pela ajuda.

As frases interrogativas foram enviadas sempre na mesma sequência, primeiro todas as frases da Lista I e depois todas as frases da Lista II. Além da especificação dos temas e das frases, um procedimento padrão foi realizado antes dos testes de todos os voluntários, este procedimento se resume em uma breve apresentação do trabalho, mostrando a problemática envolvendo a comunicação entre surdos e ouvintes e, que o objetivo do trabalho é verificar se a integração de um tradutor português/Libras com uma rede social de mensagens poderia ajudar no aprendizado da Libras, ainda que de forma indireta.

Nesta apresentação foi mostrada também uma imagem com a interface original do Telegram, seguida de uma breve explicação sobre o uso básico do comunicador. A importância de mostrar e explicar a versão original do Telegram é para que o teste não fique favorável para os voluntários que já tiveram contato com o Telegram anteriormente. Assim, a experiência dos voluntários com a nova interface partiria do mesmo nível de conhecimento. Sobre o teste, a única coisa informada aos voluntários é que eles iriam

receber um conjunto frases interrogativas e que eles deveriam responder da forma simples, com no máximo duas ou três palavras e que não poderiam fazer nenhuma pergunta. Apesar de não ter sentido um diálogo onde apenas um indivíduo realiza perguntas, esta limitação proporcionou que os testes ficassem uniformes. Diminuindo a possibilidade de resultados com ruídos.

Após o envio da última frase interrogativa da Lista II, os voluntários ficaram livres para usar o sistema como quisessem durante no máximo 10 minutos. Esse período extra teve a função de verificar se o voluntário teria interesse em compreender algum sinal usado no diálogo. Não foi explicado nada referente de como funciona o tradutor e/ou como traduzir uma frase ou uma palavra. No entanto, eles foram informados que poderiam perguntar caso sentissem alguma dúvida de como usar a interface. Estas restrições são especificadas mais a frente em Questões e Métricas do Objetivo G2.

A seleção dos voluntários que participaram da avaliação obedeceu os seguintes critérios:

- Critério de Inclusão:

- Pré-Requisitos:

- * Não ser surdo.
- * Ter usado pelo menos uma vez alguma ferramenta de mensagens online.
- * Conhecer o básico do português.
- * Conhecer ao menos o básico da Libras ou ter contato no dia a dia com surdos.

- Critério de Exclusão:

- Envolvimento anterior com o projeto Falibras.
- Não atender a um dos pré-requisitos

As restrições nos requisitos de inclusão são para que o universo de voluntários participantes estivesse dentro de um padrão comum. Neste caso, o participante ouvinte tem que ter algum conhecimento da Libras ou conviver de alguma forma com pessoas surdas. Dessa maneira, a visão do voluntário é mais apurada sobre o trabalho e suas opiniões teriam mais maturidade do que uma pessoa que nunca teve contato com surdos e/ou sentiu necessidade da Libras. Na Seção 6.1.3 relacionada a recolha dos dados, observou-se que todos os voluntários selecionados para os testes tem contato diário com os surdos diretamente ou indiretamente. Desse modo, os voluntários foram divididos em dois grupos, os que conhecem ao menos o básico da Libras e os que não conhecem nada da Libras. A restrição relacionada a ter usado algum aplicativo de mensagem é para que o teste do sistema também tivesse uma visão mais aguçada, a ponto de fazer comparações entre as ferramentas conhecidas e assim fazer uma avaliação mais detalhada da ferramenta proposta.

O formulário de cadastro apresentado na Tabela 2 foi utilizado para conhecer os voluntários que participaram dos testes, com o intuito de validar ou não a sua participação.

Tabela 2 – Formulário seleção voluntário

	Formulário
1	Convive com a comunidade surda?
2	Sexo?
3	Idade?
4	Escolaridade?
5	É surdo?
6	Conhece ao menos o básico da Libras?

De acordo com o que já foi dito, a Figura 28 detalha o fluxo dos testes. O fluxo inicia com o envio da primeira frase da Lista I para o voluntário, após o recebimento da frase interrogativa ele poderá traduzir as frases/palavras quantas vezes quiser e/ou responder a frase. Este fluxo contém uma falha em sua especificação, já que o processo de tradução automática pode entrar em um loop infinito caso o voluntário não responda a pergunta. Mesmo com esse risco, este fluxo foi mantido para que o voluntário tivesse liberdade de utilizar o sistema de acordo com sua vontade. No entanto, foi estipulado o tempo máximo de 10 minutos entre o envio da primeira frase até o envio da última frase. Caso esse tempo fosse atingido, seriam registradas apenas as frases respondidas até aquele momento.

No final do teste o voluntário é submetido a uma pequena entrevista com perguntas direcionadas a experiência que o indivíduo teve em usar o sistema. De um modo geral, os participantes podem ser classificados em dois grupos: os participantes que conhecem ao menos o básico da Libras e aqueles que não conseguem realizar nenhum sinal. Neste sentido, o questionário da entrevista a abaixo foi criado com perguntas genéricas e tendenciosas para um dos grupos. Algumas perguntas dessa entrevista permite a realização de outra pergunta como complemento, fato que proporcionou a elaboração de condições para execução do questionário. A Tabela 3 contém o questionário e as condições utilizadas em cada pergunta

Além das informações obtidas pela entrevista, algumas informações foram adquiridas indiretamente pelo próprio experimento através do *Log* de Sistema. Na Tabela 4 tem-se o código do Log e a descrição da informação registrada.

Sempre que o voluntário solicita a tradução de uma mensagem, através do botão play, ou solicita a tradução de uma palavra, através da botão legenda, é registrado a hora da solicitação, a mensagem ou palavra solicitada e o identificador do voluntário.

Os dados do questionário e do Log vão servir como base para montar as Métricas na Coleta de Dados.

Tabela 3 – Lista de perguntas realizadas após o experimento.

Legenda	Pergunta
P1	Você aprendeu algum sinal novo? Se sim, quais sinais?
P2	Você lembrou de algum sinal que já sabia? Se sim, quais sinais?
P3	Você se comunicaria com outros ouvintes do Telegram usando essa versão, sim ou não?
P4	Você achou a interface acessível para surdos e ouvintes?
P5	Você sentiu alguma dificuldade em usar o sistema? Se sim, justifique.

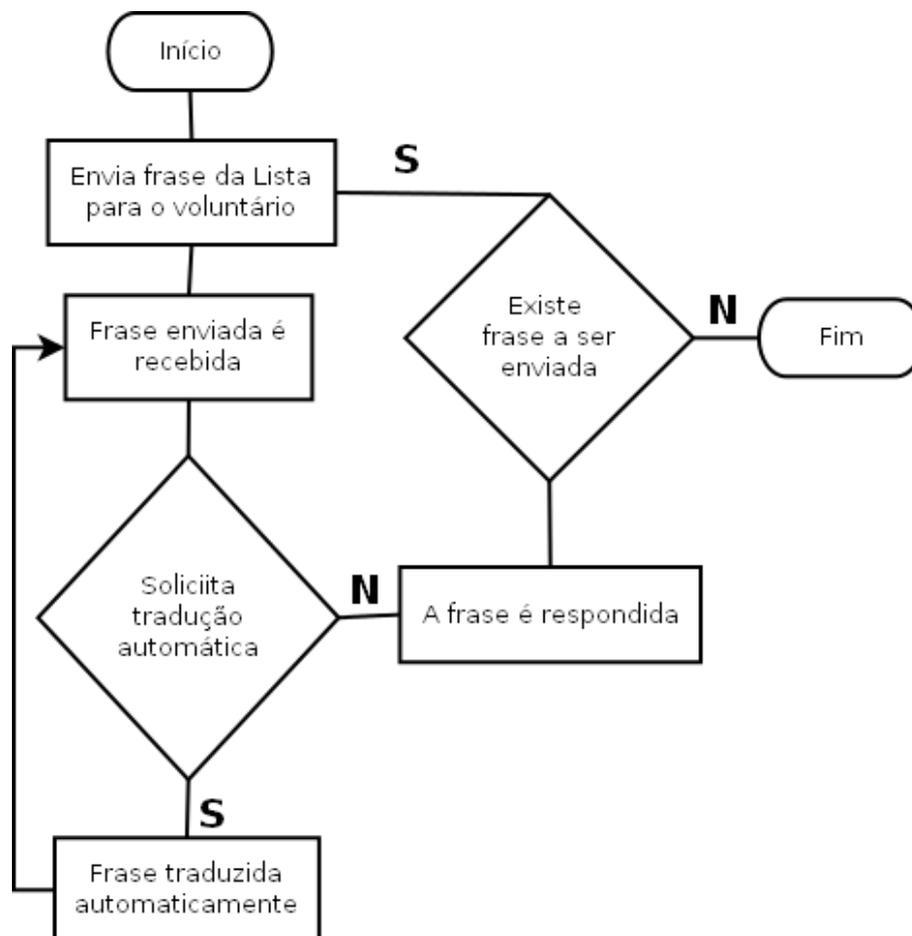


Figura 28 – Fluxograma dos testes realizados com os ouvintes.

6.1.2 Questões e Métricas

Nesta seção é especificado as Questões e Métricas dos Objetivos G1 e G2. Segue abaixo a lista das Questões e Métricas:

- G1 - Avaliar o potencial do objeto de aprendizagem proposto na melhoria do processo de ensino/aprendizagem da língua de sinais como segunda língua.

Tabela 4 – Lista de Log(s) de sistema registrados

Código	Pergunta
Log1	Solicitação de tradução de frase.
Log2	Solicitação de tradução de palavra.
Log3	Tempo do diálogo.
Log4	Tempo da primeira solicitação de tradução de frase.
Log5	Tempo da primeira solicitação de tradução de palavra.

- Q1.1 - A tradução automática foi utilizada pelos voluntários?
 - * M1.1.1 - Média de solicitações de tradução por frase.
 - * M1.1.2 - Média de solicitações de tradução por palavra.
- Q1.2 - Foi aprendido algo novo sobre a Libras?
 - * M1.2.1 - Média dos sinais aprendidos.
- Q1.3 - Foi lembrado de algo esquecido sobre a Libras?
 - * M1.3.1 - Média dos sinais lembrados.
- Q1.4 - A versão com o tradutor automático seria usada no dia a dia?
 - * M1.4.1 - Média da resposta da seguinte pergunta: Você usaria o Telegram com o Falibras mesmo conversando com um ouvinte? (Sim ou Não)
- G2 - Avaliar a usabilidade do sistema.
 - Q2.1 - A interface do sistema foi de fácil compreensão?
 - * M2.1.1 - Você achou a interface acessível para surdos e ouvintes?
 - * M2.1.2 - Média do Tempo de realização do diálogo.
 - * M2.1.3 - Média de solicitações de ajuda sobre como usar a interface.
 - Q2.2 - O botão de tradução da frase foi compreendido facilmente?
 - * M2.2.1 - Média entre o intervalo do envio da primeira frase e a solicitação de tradução da primeira frase.
 - Q2.3 - A forma de traduzir as palavras foi entendida?
 - * M2.3.1 - Média entre o intervalo do envio da primeira frase e a solicitação de tradução da primeira palavra.

De modo geral, a métrica é gerada com a junção das informações coletadas de diversos voluntários. Como por exemplo, o M1.1.1 - Média de solicitações de tradução por frase, é necessário verificar quantas frases cada usuário solicitou a tradução para poder realizar o cálculo e por sua vez obter a Métrica. Na Seção 6.1.3 é apresentado a maneira como cada Métrica foi calculada.

Tabela 5 – Lista completa de todos os voluntários.

Voluntário	Sexo	Idade	Escolaridade	É Surdo	Sabe Libras?
Voluntário 1	Homem	26	Superior Completo	Não	Sim
Voluntário 2	Mulher	32	Médio Completo	Não	Sim
Voluntário 3	Homem	23	Médio Completo	Não	Não
Voluntário 4	Mulher	28	Superior Completo	Não	Não
Voluntário 5	Mulher	25	Médio Completo	Não	Sim
Voluntário 6	Mulher	28	Superior Completo	Não	Não
Voluntário 7	Mulher	28	Médio Completo	Não	Não
Voluntário 8	Homem	27	Superior Incompleto	Não	Não
Voluntário 9	Homem	30	Superior Incompleto	Não	Sim
Voluntário 10	Homem	21	Superior Incompleto	Não	Não
Voluntário 11	Homem	26	Médio Completo	Não	Não
Voluntário 12	Mulher	27	Superior Completo	Não	Não
Voluntário 13	Mulher	22	Superior Incompleto	Não	Não
Voluntário 14	Mulher	31	Superior Completo	Não	Sim
Voluntário 15	Mulher	25	Médio Completo	Não	Não
Voluntário 16	Homem	26	Superior Completo	Não	Sim
Voluntário 17	Mulher	28	Superior Completo	Não	Não
Voluntário 18	Homem	22	Superior Incompleto	Não	Sim
Voluntário 19	Homem	29	Médio Completo	Não	Sim
Voluntário 20	Mulher	27	Médio Completo	Não	Não
Voluntário 21	Homem	26	Superior Completo	Não	Sim
Voluntário 22	Mulher	25	Médio Completo	Não	Não
Voluntário 23	Mulher	29	Médio Completo	Não	Sim
Voluntário 24	Mulher	31	Superior Completo	Não	Sim
Voluntário 25	Homem	28	Médio Completo	Não	Não
Voluntário 26	Homem	28	Superior Completo	Não	Sim
Voluntário 27	Mulher	30	Superior Incompleto	Não	Não
Voluntário 28	Mulher	28	Superior Completo	Não	Não
Voluntário 29	Mulher	27	Superior Completo	Não	Sim
Voluntário 30	Homem	31	Superior Incompleto	Não	Sim

6.1.3 Coleta de Dados

Nesta seção serão apresentados os resultados dos experimentos realizados nos Mecanismos de Coleta 1. A Tabela 5 apresenta a lista de todos os voluntários que participaram do experimento.

A Tabela 6 mostra os resultados dos Logs gerados pelo teste do sistema contabilizando: todas as solicitações de tradução frases (Log1); contabilização das solicitações de tradução das palavras (Log2); tempo de duração do teste (Log3); intervalo de tempo do recebimento da primeira frase interrogativa até a solicitação de tradução da primeira frase (Log4); e o intervalo de tempo do recebimento da primeira frase interrogativa até a solicitação de tradução da primeira palavra (Log5).

Por sua vez, a Tabela 7 apresenta os resultados das entrevistas após os teste. As perguntas P1 e P2 remetem a quantidade de sinais lembrados e aprendidos, respectivamente. Para garantir que a resposta do colaborador fosse verdade, o mesmo deveria executar os sinais citados, tornando seguro a informação que o sinal foi de fato compreendido. A terceira pergunta (P3) questiona se o colaborador usaria o Telegram com o Falibras no dia a dia, mesmo em diálogos com ouvintes. A quarta pergunta (P4) é referente a acessibilidade da interface para pessoas surdas e ouvintes. Apesar que a maneira ideal de verificar essa acessibilidade é com usuários surdos, a pergunta é realizada para garantir que a necessidade de um dos grupos de usuários está sendo atendida. Por fim, a quinta pergunta (P5) questiona se houve dificuldades em usar a interface. Nas respostas do P1 e P2, caso o resultado for zero, remete que não houve aprendizagem ou lembrança de sinal. Nos casos que o resultado for maior que um, a resposta da pergunta é quantos sinais foram aprendidos ou lembrados.

Com os dados coletados das entrevistas e dos testes é possível calcular e chegar nos valores das Métricas. A Métrica M1.1.1 é a somatória de todas as traduções solicitadas (Log1) dividido por 30, quantidade de voluntários participantes. A Métrica M1.1.2 é o mesmo cálculo, só que referente as palavras traduzidas (Log2). A M1.2.1 é a média dos sinais que foram aprendidos pelo uso do sistema, é somado todos os sinais aprendidos individualmente e dividido por 30. Já a M1.3.1 é a somatória de todos os sinais lembrados dividido apenas pelos voluntários que já tinham um conhecimento prévio da Libras, neste caso por 14. M1.4.1 é a porcentagem de voluntários que confirmaram usar o Telegram integrado com o Falibras mesmo em diálogos com ouvintes. A M2.1.1 determina a eficiência no uso do sistema no ponto de vista do usuário. A M2.1.2 é média de tempo que durou o diálogo. A M2.1.3 informa que não houve nenhuma solicitação de ajuda. A M2.2.1 é a média de tempo que cada participante demorou pra entender o botão de play e solicitar a primeira tradução. E por fim, a M2.3.1 é a média de tempo que levou para que os voluntários entendessem que as legendas também eram botões.

Tabela 8 contém os resultados das Métricas calculadas. Na Seção 6.1.4 os dados coletados são interpretados e as Questões e Objetivos são respondidos.

6.1.4 Análise dos Dados

Os Objetivos deste experimento são G1 - Avaliar o potencial do objeto de aprendizagem proposto na melhoria do processo de ensino/aprendizagem da língua de sinais como segunda língua e G2 - Avaliar a usabilidade do sistema. Para validar cada Objetivo, um conjunto de Questões foram elaboradas com o intuito de verificar sua veracidade. Nesta seção, cada Questão definida é analisada e a partir das Métricas é informado

Tabela 6 – Resultados dos Logs de sistema gerados

Voluntário	Log1	Log2	Log3	Log4	Log5	Log6
1	31	1	08:57	00:55	03:37	09:27
2	27	2	08:13	00:37	02:28	03:10
3	13	0	08:29	01:52	10:50	07:36
4	19	3	06:46	00:30	02:37	05:36
5	15	2	06:37	00:52	00:59	04:41
6	30	2	07:11	01:33	01:27	10:00
7	23	1	10:28	00:13	00:39	10:00
8	35	3	07:26	01:35	06:10	10:00
9	22	1	06:18	00:17	04:25	05:47
10	22	1	08:51	00:45	07:14	10:00
11	9	3	05:32	00:50	04:56	02:33
12	10	0	10:32	00:42	10:50	09:41
13	27	3	07:56	01:55	01:00	10:00
14	13	1	06:10	00:53	05:16	05:44
15	19	6	08:39	01:28	03:19	05:13
16	17	2	10:18	00:18	06:49	05:45
17	27	2	09:44	00:55	07:24	10:00
18	18	0	07:58	00:15	10:50	03:35
19	35	1	09:29	01:29	05:45	08:45
20	25	0	08:37	00:7	10:50	10:00
21	31	0	08:36	01:14	10:50	10:00
22	30	2	07:58	01:42	03:19	06:19
23	13	3	05:39	00:26	03:57	05:39
24	22	3	08:50	01:17	01:50	04:43
25	9	2	09:39	00:18	08:10	02:40
26	33	0	05:49	00:34	10:50	03:40
27	29	2	07:20	00:57	00:30	10:0
28	23	3	06:42	01:34	04:39	09:23
29	25	3	09:28	00:30	01:10	03:14
30	27	0	07:53	00:14	10:50	10:00

a resposta da Questão.

- Q1.1 - A tradução automática foi utilizada pelos voluntários? Nesta Questão foram utilizadas duas Métricas como base para responde-la, a M1.1.1 e a M1.1.2. Os resultados mostraram que durante o período do diálogo, em média os voluntários solicitaram a tradução de mensagens cerca 23 vezes e a solicitação de palavras cerca 1.73 vezes. O fato de ter um tradutor em um mensageiro estiga a curiosidade de realizar traduções. Apesar da média de tradução das palavras foi muito baixa, remetendo que não está claro que as legendas são também botões, é possível afirmar que a tradução automática foi utilizada pelos voluntários com êxito.

Tabela 7 – Resultado do questionário realizado após os testes.

Voluntário	P1	P2	P3	P4	P5
1	2	6	Sim	Sim	Não
2	3	9	Sim	Sim	Não
3	3	0	Sim	Sim	Não
4	4	0	Sim	Sim	Não
5	2	7	Sim	Sim	Não
6	5	0	Sim	Sim	Não
7	5	0	Sim	Sim	Não
8	6	0	Sim	Sim	Não
9	3	12	Sim	Sim	Não
10	4	0	Sim	Sim	Não
11	1	0	Sim	Sim	Não
12	5	0	Sim	Sim	Não
13	5	0	Sim	Sim	Não
14	1	10	Sim	Sim	Não
15	8	0	Sim	Sim	Não
16	1	4	Sim	Sim	Não
17	4	0	Sim	Sim	Não
18	2	12	Sim	Sim	Não
19	2	11	Sim	Sim	Não
20	8	0	Sim	Sim	Não
21	4	6	Sim	Sim	Não
22	3	0	Sim	Sim	Não
23	1	7	Sim	Sim	Não
24	1	9	Sim	Sim	Não
25	1	0	Sim	Sim	Não
26	1	10	Sim	Sim	Não
27	4	0	Sim	Sim	Não
28	6	0	Sim	Sim	Não
29	2	4	Sim	Sim	Não
30	4	10	Sim	Sim	Não

* Resposta: Sim.

- Q1.2 - Foi aprendido algo novo sobre a Libras? Após todos os testes sem que o voluntário esperasse, lhe foi perguntado se ele havia aprendido algum sinal. O intuito dessa Questão é verificar se de maneira indireta os voluntários teriam aprendido algum sinal. A Métrica relacionada a essa Questão mostra que em média 3,36 sinais foram aprendidos no diálogo.

* Resposta: Sim.

- Q1.3 - Foi lembrado de algo esquecido sobre a Libras? Esta Questão se diferencia da Q1.2 pelo fato que muitos participantes já tinha algum entendimento da Libras e poderiam não aprender nenhum sinal novo. No entanto, a falta de treino faz os conceitos de uma língua se perderem. Com isso, esperava-se que

Tabela 8 – Resultado das Métricas dos Objetivos G1 e G2,

Métrica	Resultado
M1.1.1	22,63 Solicitações
M1.1.2	1,73 Solicitações
M1.2.1	3,36 Sinais
M1.3.1	8,35 Sinais
M1.4.1	100% Usariam o Telegram com o Falibras
M2.1.1	Todos qualificaram como positivo a usabilidade
M2.1.2	8:56 minutos
M2.1.3	Não houve solicitações de ajuda
M2.2.1	1:30 minutos
M2.3.1	5:54 minutos

o sistema possibilitasse também o treino da língua, ou seja, lembrar de conceitos já aprendidos mas não praticados. O resultado da Métrica dessa Questão afirma que o sistema pode proporcionar o treino da Libras.

* Resposta: Sim.

- Q1.4 - A versão com o tradutor automático seria usada no dia a dia? A resposta para essa pergunta foi unânime. Todos os colaboradores do experimento se sentiram motivados por poder usar um sistema que possibilita o treino diário de uma língua pouco usada no dia a dia de ouvintes.

* Resposta: Sim.

- Q2.1 - A interface do sistema foi de fácil compreensão? As Métricas utilizadas nessa Questão tem como princípio analisar se os voluntários conseguiriam usar o sistema de maneira fácil, sem solicitar ajuda e se o tempo de diálogo estivesse dentro do tempo aceitável. Neste ponto, a M2.1.1 qualifica a interface como acessível e de fácil uso. Apesar de essa Métrica não ser suficiente para afirmar que a interface é acessível, ela enfatiza que as melhorias de interface foram positivas. Em média o tempo de todos diálogos foi de 8 minutos e 56 segundos (M2.1.2). Já a M2.1.3 determina quantas vezes o administrador do sistema foi convocado para sanar alguma dúvida sobre como usar o sistema. Em nenhum momento foi solicitada ajuda. No entanto, este ponto positivo não deve ser o mesmo quando o público estiver fora do contexto da surdez.

* Resposta: Sim.

- Q2.2 - O botão de tradução da frase foi compreendido facilmente? A M2.2.1 conta o tempo que o voluntário levou para realizar a primeira tradução. Este é importante para analisar se o botão de play ao lado da mensagem proporciona

o entendimento que este botão irá realizar alguma tarefa do sistema. No geral, os colaboradores demoraram cerca 1 minuto e meio para realizara primeira tradução.

* Resposta: Sim.

- Q2.3 - A forma de traduzir as palavras foi entendida? Diferente da Q2.2, esta Questão não obteve bons resultados na tradução. Acredita-se que não esteja claro que as legendas da tradução são também botões de tradução da legenda.

* Resposta: Não.

A partir das respostas das Questões do G1, onde todas (Q1.1, Q1.2, Q1.3 e Q1.4) obtiveram respostas positivas, é fácil inferir que o Objetivo G1 proposto no paradigma GQM foi alcançado nesse experimento. O mesmo pode-se dizer para o Objetivo G2, apesar da Questão Q2.3 não ter tido uma resposta positiva, os resultados das outras duas Questões foram bem animadores e atenderam a expectativa de uso do sistema.

Além da análise dos dados com o foco em responder os Objetivos, outras informações foram concluídas com os dados coletados. Por exemplo, a média de todo o experimento, incluindo o tempo do diálogo e do tempo disponibilizado para que o voluntário ficasse a vontade fico em torno de 15 minutos. Por se tratarem de um contexto simples e de perguntas simples, a simulação do diálogo não demoraria mais do que 5 minutos. Neste caso, em média, cerca de 10 minutos foram gastos simplesmente com o uso do sistema adaptado. Isto é um ponto muito positivo, pois prova que na pior das hipóteses, houve curiosidade em usar o sistema por parte dos ouvintes.

Outra informação importante são os dados que estão nos extremos. Os voluntários 11 e 25 foram os que menos solicitaram tradução nos testes, 9 vezes, conseqüentemente foram os que menos aprenderam, apenas um sinal. O tempo de diálogo desses voluntários também foaram os menores 5:32 minutos para o voluntário 11 e 6:39 minutos para o voluntário 25. Nestes casos em específico, pode-se assumir duas possibilidades: uma delas é que os colaboradores sentiram dificuldade em usar o sistema e devido a isso utilizou pouco os recursos ofertados e, a outra possibilidade é que eles realizaram o experimento sem motivação.

Por fim, concluí-se que o Objetivo principal desse trabalho foi atingido.

6.2 Experimento II

6.2.1 Mecanismo de Coleta

Esta seção apresenta o mecanismo de coleta que foi organizado para testar a arquitetura apresentada no Capítulo ???. Foi realizado um conjunto de testes de desem-

penho para aferir o comportamento da grade computacional em situações adversas, como por exemplo a de clientes requisitando traduções simultâneas e a alta/baixa disponibilidade de nós conectados à grade.

Os testes foram realizados a partir da simulação de requisições de traduções. A simulação dos clientes consistiu em um *script* escrito em *Java* contendo um *ArrayList* com 24 frases diferentes. A chamada do método de tradução de frases foi inserida em uma estrutura de repetição com execução infinita e, a cada iteração, sorteava-se uma frase da lista para a tradução na grade. Esse trecho de código foi inserido em várias *threads* e executadas na máquina cliente. Com isso, foi possível simular vários clientes requisitando traduções de diferentes frases ao mesmo tempo.

O experimento foi executado em um laboratório com 18 computadores modelo HP EliteDesk 800 equipados com processadores Intel Core i5 vPro e 4GB de RAM. Todos os computadores estavam com o sistema operacional Linux Ubuntu 14.04 x64 e o Java JDK 1.8 instalados e interligados numa rede local cabeada. A velocidade do enlace da rede era de 150 Mbps e para o monitoramento, foi utilizado o painel *console* do JPPF. Os 18 computadores foram configurados da seguinte maneira:

- 10 computadores rodaram os scripts e simularam 300 clientes cada um, totalizando 3000 requisições simultâneas de tradução.
- 1 computador estava configurado como servidor principal.
- 1 computador como distribuidor de carga¹ da grade.
- 6 computadores com a configuração de nós de tradução.

O painel console do JPPF oferece métricas de medição de desempenho baseadas em médias. Os dados obtidos a partir dessas medições foram:

- Tempo Médio de Processamento dos *Jobs*;
- Tempo Médio de Espera na Fila;
- Tempo Médio de Tradução;
- Quantidade de Frases traduzidas;

O Tempo Médio de Processamento dos *Jobs* (T_{MPJ}) é obtida a partir da equação (1):

$$T_{MPJ} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{PJi}}{n} \quad (6.1)$$

Onde (T_{PJi}) e (n) representam o Tempo de Processamento do *Job* atual e o Número total de *Jobs* processados, respectivamente.

¹ Do inglês *load balance*

O Tempo Médio de Espera na Fila é calculado a partir da expressão (2):

$$T_{MEF} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{TEFJi}}{n} \quad (6.2)$$

Onde (T_{TEFJi}) e (n) representam, respectivamente, o Tempo de Espera do *Job* atual na Fila de Requisições e o Número total de *Jobs* processados.

Para mensurar melhor a arquitetura, os testes foram realizados de forma gradativa, em termos do número de nós de tradução. Inicialmente, foi executado um cenário com apenas um nó de tradução, em seguida com dois nós e assim sucessivamente até completar o total de seis nós de tradução. Sendo que a cada nó adicionado os testes eram repetidos três vezes, com o objetivo de registrar a média entre os três testes; cada teste consistiu em uma sequência de requisições com duração total de 6 minutos.

6.2.2 Questões e Métricas

- Q3.1 - O sistema atenderia a demanda de solicitações de mensagens de uma universidade?
 - * M3.1.1 - Número médio de solicitações de tradução por minuto.
 - * M3.1.2 - O número máximo de solicitações por minuto enviada por algum participante.
- Q3.2 - Qual a quantidade de nós voluntários necessária para atender a demanda de Q3.1.
 - * M3.2.1 - Média de frases traduzidas de acordo com a quantidade de nós.
- Q3.3 - Quão escalável é a arquitetura proposta?
 - M3.3.1 - Relação entre quantidade de traduções realizadas e a quantidade de nós voluntários.
 - m3.3.2 - Relação entre o Tempo médio de tradução e a quantidade de nós voluntários.

6.2.3 Coleta de Dados do Experimento 2

Como determinado na Seção 6.2.1, os testes referente a arquitetura foram realizados de forma automática. Deste modo, a Tabela 9 apresenta os resultados da coleta de dados.

Para o primeiro teste, foi utilizado apenas 1 nó de tradução conectado à grade. Foram processadas 8616 traduções (*Jobs*) processadas com tempo médio aproximado de 33 ms. O tempo médio de transporte de *Network Overhead* foi de 12 ms e o de espera na fila foi de aproximadamente 1 ms.

Tabela 9 – Resultados do experimento

# Nós	# Clientes	# Jobs Processados	T_{MPJ}	TT_{MEF}	<i>Network Overhead</i>
1	3000	8616	33	1 ms	12 ms
2	3000	4752	61	0,2 ms	12 ms
3	3000	2850	103	0,13 ms	13ms
4	3000	4302	68	0,12 ms	13 ms
5	3000	4489	65	0,11 ms	12 ms
6	3000	4571	64	0,10 ms	12 ms

Com dois nós de tradução, foram processadas 4752 traduções com tempo médio de 61 ms. O tempo médio de transporte de *Network Overhead* foi de 12 ms e o de espera na fila foi de 0.2 ms.

Com três nós de tradução, foram processadas 2850 traduções com tempo médio de 103 ms. O tempo de médio de transporte de *Network Overhead* foi de 13 ms e o de espera na fila, 0.13 ms.

Ao considerar quatro nós de tradução, foram processadas 4302 traduções com tempo médio de 68 ms. O tempo de médio de transporte de *Network Overhead* foi de 13 ms e o de espera na fila, 0.12 ms.

Com cinco nós de tradução, foram processadas 4489 traduções com tempo médio de 65 ms. O tempo médio de transporte de *Network Overhead* foi de 12 ms e o de espera na fila foi de 0.11 ms (77,11 ms no total).

Finalmente ao utilizar seis nós de tradução, foram processadas 4571 traduções com tempo médio de 64 ms. O tempo médio de transporte de *Network Overhead* foi de 12 ms e o de espera na fila foi de 0.10 ms (76,1 ms no total).

6.2.4 Análise dos Dados

De acordo com os dados, percebe-se que o T_{MPJ} atingiu seu menor valor justamente no cenário envolvendo apenas um nó de tradução. Já com a inserção do segundo nó de tradução, houve um aumento considerável no tempo médio de execução. Isso ocorreu porque o algoritmo de escalonamento utilizado pelo JPPF (*Round Robim*) tenta distribuir as tarefas da forma homogênea possível entre os nós. Assim, com 1 nó conectado não há escalonamento e, conseqüentemente, o tempo de espera para o recebimento das frases paralelizadas será menor, porém, com risco de sobrecarregamento do servidor, que controla a fila de requisições; por se ter apenas um único destino para processar todas as requisições, a fila tende a crescer em cenários envolvendo um fluxo médio de um número muito maior que o que pode ser processado. No entanto, percebe-se que a partir de 4 nós houve uma diminuição no T_{MPJ} e T_{MEF} . Isso ocorreu pelo motivo de haver bem mais processadores disponíveis, o que diminuiu as trocas de contexto, o que passa a compensar o tempo dedicado ao escalonamento da distribuição de carga. Sendo assim, com o aumento do número de nós, pode-se não só igualar o tempo médio de execução do primeiro cenário,

como até a melhorá-lo. Porém, no contexto desta dissertação, não foi possível repetir o experimento com número maior de nós de tradução. Este é, então, um dos trabalhos futuros a serem executados.

7 CONCLUSÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) proporcionam novas experiências de interação e troca de informação com outras pessoas, trazendo benefícios para a sociedade. Na educação, por exemplo, as TICs têm apoiado o ensino através das modalidades de Educação à Distância – EaD, educação semi-presencial e na própria educação presencial (SECCO; SILVA, 2009).

Um bom exemplo de TICs que proporcionam interação e podem ser utilizadas com finalidades educacionais são as Redes Sociais. Pempek argumenta que TICs como as Redes Sociais *Online* (RSO) são importantes inclusive para o dia a dia de alunos (PEMPEK; YERMOLAYEVA; CALVERT, 2009). Ele mostra que elas são usadas para a interação social com os amigos que tiveram algum contato pessoalmente ao longo do dia e precisam resolver algum problema escolar (PEMPEK; YERMOLAYEVA; CALVERT, 2009). Neste contexto, começaram a surgir aplicativos para ensino e aprendizagem integrados com as RSO (MORENO et al., 2015; SILVA; BRITO; BARBOSA, 2015).

No entanto, as tecnologias que auxiliam a comunicação e ensino não é acessível para todos, como por exemplo, as pessoas surdas. É notória a falta de acessibilidade para pessoas surdas em sites da Web. Meneses apresenta duas vertentes sobre isso (MENESES, 2013). A primeira é que os surdos se sentem confortáveis em manter um diálogo *online* através de redes sociais que possuem a funcionalidade de vídeo conferência, já que eles podem se comunicar através da língua de sinais. Porém, também é apresentada a problemática sofrida pelos surdos pela falta de acessibilidade nos sites e em redes sociais devido à predominância da língua portuguesa.

Uma das iniciativas para tentar minimizar os desafios comunicacionais enfrentados pelos surdos brasileiros é a Lei de Libras, Sancionada em 2005 pelo decreto de 5.626 (BRASIL, 2005). Dentre outras coisas, a lei define a Língua Brasileira de Sinais (Libras), como a língua materna dos surdos brasileiros. O decreto enfatiza ainda a importância da Libras para o desenvolvimento do indivíduo surdo, tornando obrigatória a inserção da Libras, como disciplina curricular nos cursos de formação de professores para o exercício do magistério, em nível médio e superior, e nos cursos de Fonoaudiologia.

Apesar de representar um grande avanço, dada a abrangência do território e as desigualdades educacionais enfrentadas no Brasil, a Lei de Libras é de difícil aplicação. A principal razão relatada para isso é a escassez de intérpretes e instrutores qualificados para o ensino da Libras. Perlin (PERLIN, 1998) enfatiza a importância dos intérpretes durante as aulas e demonstra sua importância também para o convívio no dia a dia. Partindo do pressuposto que as dificuldades apresentadas estão ligadas ao aprendizado de uma segunda língua, este trabalho apresenta um objeto de aprendizagem para educação online, visando facilitar o aprendizado da Libras por parte de alunos ouvintes, além de

estimular a interação entre pessoas surdas e ouvintes. O objeto de aprendizado proposto integra funcionalidades de um tradutor português-Libras integrado a um comunicador de mensagens instantâneas de uma rede social. Dessa forma, a ferramenta desenvolvida pode ser utilizada por pessoas surdas e ouvintes, permitindo a interação das duas comunidades de forma acessível e a tradução em tempo real do português para Libras.

Foi realizado um experimento avaliativo com 30 voluntários ouvintes que interagem frequentemente com pessoas surdas, sendo 14 pessoas conhecedoras de Libras e 16 pessoas que disseram não conhecerem a Libras. Os resultados ressaltam a importância da ferramenta proposta para estimular o contato com a língua de sinais, trazendo benefícios na assimilação de novos sinais e no aprendizado e prática dos sinais já conhecidos. Dessa forma, conforme os resultados analisados, o objetivo principal do trabalho foi atingido.

Apesar dos resultados preliminares serem promissores, foram identificadas algumas limitações e ameaças relacionadas ao experimento. Uma das mais importantes diz respeito ao fato da solução não ter sido avaliada por voluntários surdos, consequência da baixa disponibilidade de intérpretes e da escassez de tempo para execução do experimento. Os resultados preliminares também apresentam indícios do potencial da ferramenta proposta para facilitar o aprendizado do português por parte de alunos surdos. Porém, para se chegar a essa conclusão é imprescindível avaliar o objeto de aprendizagem com o público alvo.

Para a continuidade da pesquisa, foram identificados alguns direcionamentos para trabalhos futuros. Os principais direcionamentos são: (1) avaliar a eficácia do objeto de aprendizagem no ensino de língua portuguesa para alunos surdos. Para isso, deve-se seguir o planejamento do experimento apresentado no Apêndice A; (2) adicionar a funcionalidade de tradução no sentido inverso: de Libras (modalidade escrita, na forma de glosas) para português; (3) propor, juntamente com instrutores de Libras, atividades didáticas em que o objeto de aprendizagem possa ser utilizado, para aprofundar a aplicabilidade do objeto de aprendizagem.

As principais contribuições científicas deste trabalho foram publicadas em dois artigos:

1. *Tradutor Português-Libras Adaptado a um Comunicador de Mensagens Instantâneas (SILVA; BRITO; BARBOSA, 2015)*

- Autores: Bruno Rafael Ferreira Silva; Patrick H S Brito; Alexandre de Andrade Barbosa
- Evento: XX Congreso Internacional de Informática Educativa-TISE
- Anais: Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE 2015, v. 11. p. 371-378, 2015
- Local: Santiago, Chile

2. *Falibras Messenger: Solution to the Accessibility of the Deafs in Telegram Web with the Aid of Volunteer Computer Grid (SILVA; SILVA; BRITO, 2016)*

- Autores: João Paulo Ferreira da Silva; Bruno Rafael Ferreira Silva; Patrick H S Brito
- Evento: 22nd Brazilian Symposium on Multimedia and the Web - Webmedia '16
- Anais: Proceedings of Webmedia '16, p. 331-336. 2016
- Local: Teresina, Brazil

Outro artigo também está sendo escrito, com previsão de submissão em dezembro de 2016, intitulado “A Hybrid Automatic Translator for Providing Sign Language Accessibility in Social Networks”, explicando não apenas o objeto de aprendizagem desenvolvido, mas também detalhes dos algoritmos de tradução automática empregados.

REFERÊNCIAS

- ACHARYA, A.; EDJLALI, G.; SALTZ, J. The utility of exploiting idle workstations for parallel computation. *ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review*, p. 225–234. v. 25. n. 1. ISSN 01635999, 1997. ACM, 1997.
- ANDERSON, D. P. Volunteer computing: The ultimate cloud. In: SPRING (Ed.). *ACM Crossroads*. [S.l.]: Spring 2010/Vol. 16, No. 3, 2001. p. 7–10.
- ANDERSON, D. P. Boinc: a system for public-resource computing and storage. p. 4–10, 2004.
- ANDERSON, D. P.; FEDAK, G. The computational and storage potential of volunteer computing. *CCGRID '06 Proceedings of the Sixth IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid*, 2006.
- BARBOSA, G. A. R.; SANTOS, G. E. D.; PEREIRA, V. M. O. Caracterização qualitativa da sociabilidade no facebook. In: BRAZILIAN COMPUTER SOCIETY. *Proceedings of the 12th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. Manaus: ACM, 2013. p. 72–81.
- BARONI, L. L. *Apesar do potencial, EAD ainda não atrai deficientes: Para alunos, modalidade não elimina obstáculos do ensino convencional*. 2009. Acesso novembro de 2010 <<http://www.universia.com.br/ead/materia.jsp?materia=17846>>.
- BARROS, M. L. *Unesco estimula o uso de celulares em salas de aula*. 2015. Acesso em 06 de abril de 2016 <<http://odia.ig.com.br/noticia/rio-de-janeiro/2015-02-21/unesco-estimula-uso-de-celulares-em-salas-de-aula.html>>.
- BERSCH, R. Introdução à tecnologia assistiva. *Porto Alegre: CEDI*, 2008.
- BISOL, C. A. et al. Estudantes surdos no ensino superior: reflexões sobre a inclusão. *Cadernos de Pesquisa*, SciELO Brasil, v. 40, n. 139, p. 147–172, 2010.
- BORGES, A. R. A inclusão de alunos surdos na escola regular. *Revista Espaço*, Rio de Janeiro, v. 21, p. 63–68, 2004.
- BRASIL. *Decreto 5296 de 02 de dezembro de 2004*. 2004. Acesso em 06 de abril de 2016 <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>.
- BRASIL. *Decreto Nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras*. Brasília: [s.n.], 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- BRASIL. *Saberes e práticas da inclusão: Desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais de alunos surdos*. 2006. Coordenação geral SEESP/MEC. - Brasília : MEC, Secretaria de Educação Especial.
- BRASIL. INEP. *Sinopses Estatísticas da Educação Superior – Graduação*. 2011. Acesso em 5 de janeiro de 2016 <<http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse>>.

- BRASIL, C. D. *Lei n 10.436. Lei de LIBRAS, de 24 de abril de 2002*. Brasília: [s.n.], 2002. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- BRITO, P. H. S.; FRANCO, N. M.; CORADINE, L. C. Falibras: Uma ferramenta flexível para promover acessibilidade de pessoas surdas. *Congresso Internacional de Informática Educativa-TISE*, v. 8, p. 87–96, 2012.
- CAPOVILLA, F. C.; RAPHAEL, W. D. Dicionário enciclopédico ilustrado trilingüe da língua de sinais brasileira: sinais de m a z. In: _____. São Paulo: EdUSP, 2001. v. 2, p. 1632.
- CHAVEIRO, N.; BARBOSA, M. A. A surdez, o surdo e seu discurso. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, v. 6, n. 2, p. 166–171, 2004.
- CHIKOFFSKY, E. J.; CROSS, J. H. Reverse engineering and design recovery: A taxonomy. *IEEE software*, IEEE, v. 7, n. 1, p. 13–17, 1990.
- CIRNE, W. *Grids Computacionais: Arquiteturas, Tecnologias e Aplicações*. Brasil: Departamento de Sistemas e Computação - Universidade Federal de Campina Grande, 2004. Disponível em: <<http://walfredo.dsc.ufcg.edu.br/papers/Grids%20Computacionais-%20WSCAD.pdf>>.
- COMMITTEE, I. L. T. S. et al. Draft standard for learning object metadata. *Accessed July*, v. 14, p. 2002, 2002.
- COOK, A.; HUSSEY, S. *Assistive technologies: principles and practice*. St Louis: Mosby Year Book. USA-Missouri: Inc, 1995.
- CORADINE, L. C. et al. Sistema falibras: Interpretação animada. In: *LIBRAS, de Palavras e Expressões em Português*. In: *III Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação Especial (CIIEE 2002)-Demonstração*. Fortaleza, CE, de. [S.l.: s.n.], 2002. v. 20.
- CRATYLOS, P. *Cratylus*. 368 a.C. Traduzido por Benjamin Jowett.
- CRUZ, J. I. G.; DIAS, T. R. d. S. Trajetória escolar do surdo no ensino superior: condições e possibilidades. *Rev. bras. educ. espec*, v. 15, n. 1, p. 65–80, 2009.
- FOSTER, I.; KESSELMAN, K. The grid: Blueprint for a new computing infrastructure. In: FRANCISCO, C. S. (Ed.). *The Grid: Blueprint for a new Computing Infrastructure*. [S.l.]: Morgan Kaufmann Publishers, 1999.
- FOSTER, S.; LONG, G.; SNELL, K. Inclusive instruction and learning for deaf students in postsecondary education. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, Oxford University Press, Oxford, v. 4, n. 3, p. 225–235, 1999.
- FRANCO, N. M.; BRITO, P. H.; CORADINE, L. C. Falibras-web: Acessibilidade de pessoas surdas na web em libras utilizando design colaborativo. In: *Congresso Internacional de Informática Educativa-TISE*. [S.l.: s.n.], 2013.
- GERAIS, T. C.-M. Política nacional da educação especial na perspectiva da educação inclusiva. 2011.

- GESTOR. *O que são redes sociais*. 2015. Acesso em 06 de abril de 2016 <<http://ogestor.eti.br/o-que-sao-redes-sociais/>>.
- GESUELI, Z. M. Língua(gem) e identidade: a surdez em questão. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 27, p. 277–292, 2006.
- GUARINELLO, A. C. et al. A disciplina de libras no contexto de formação acadêmica em fonoaudiologia. *Revista CEFAC*, SciELO Brasil, v. 15, n. 2, p. 334–340, 2013.
- GUARINELLO, A. C. et al. A inserção do aluno surdo no ensino regular: Visão de um grupo de professores do estado do paraná. *Revista Brasileira de Educa o Especial*, v. 12, p. 317–330, 2006.
- HODGINS, H. W. The future of learning objects. 2002.
- IBGE, I. B. d. G. e. E. *Censo 2010*. 2010. Acesso em 10 de janeiro de 2016 <<http://www.ibge.gov.br/>>.
- INES. *Instituto Nacional de Educa o de Surdos*. 2016. Acesso em 08 de junho de 2016 <<http://www.ines.gov.br/>>.
- INSIGHTS, D. *Social Media facts, figures and statistics 2013*. 2013. Acesso em 10 de janeiro de 2016 <<http://blog.digitalinsights.in/social-media-facts-and-statistics-2013/0560387.html>>.
- IOSUP, A.; EPEMA, D. Grid computing workloads. *IEEE Internet Computing*, p. 19 – 26. v. 15 issue 2. DOI: 10.1109/MIC.2010.130, 2011. IEEE, 2011.
- JERSEY. *Jersey: RESTful Web Services in Java*. 2016. <https://jersey.java.net/>. Acessado em: 02/04/2016.
- JPPF. *JPPF: The open source grid computing solution*. 2016. <http://www.jppf.org/>. Acessado em: 02/04/2015.
- JS, A. *Guide to AngularJS Documentation*. 2009.
- KEEDWELL, A.; D NES, J. *Latin Squares and Their Applications*. Elsevier Science, 2015. ISBN 9780444635587. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=hsxLCgAAQBAJ>>.
- @KEITHURBAHN. *So I'm told by a reputable person they have killed Osama Bin Laden. Hot damn*. 2011. Tweet. Acesso em 10 de janeiro de 2016 <<https://twit-ter.com/keithurbahn/status/64877790624886784/>>.
- MAROSTEGA, V. L.; SANTOS, A. N. D. A influência da comunica o que envolve família-filho-escola no processo de desenvolvimento e aprendizagem do sujeito surdo. *Revista Educa o Especial*, n. 28, p. 265–274, 2006.
- MENESES, C. P. D. *Estudo Sobre a Inclusão Social e Educacional do Surdo por meio do Facebook*. Aracaju: [s.n.], 2013.
- METROS, S. E.; BENNETT, K. Learning objects in higher education. *Educause Research Bulletin*, v. 19, p. 2–10, 2002.

- MORENO, A. C. *Candidatos do Enem estudam para as provas em grupos no WhatsApp*. 2014. Acesso em 06 de abril de 2016 <<http://g1.globo.com/educacao/enem/2014/noticia/2014/10/candidatos-do-enem-estudam-para-provas-em-grupos-no-whatsapp.html>>.
- MORENO, F. et al. Tical: Chatbot sobre o atlas linguístico do brasil no whatsapp. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 279.
- MOURA, M. C. O surdo: Caminho para uma nova identidade. In: . Rio de Janeiro: [s.n.], 2000. p. 152.
- MÜHLBEIER, A. A. R. K. et al. Mobile hq: O uso de softwares educativos na modalidade m-learning. *Revista de Informática Aplicada*, v. 10, n. 1, 2014.
- MYSQL. *About*. Acesso em 02 de Março de 2016 <<http://www.mysql.com/about/>>.
- NAZZARO, W.; SUSCHECK, C. New to user stories? *SrumAlliance*. Indianapolis, 2010.
- NOTISURDO. *História tecnologia para surdos*. 2016. Acesso em 08 de junho de 2016 <<http://www.notisurdo.com.br/tecnohist.html>>.
- OLIVEIRA, F. B. Desafios na inclusão dos surdos e o intérprete de libras. *Revista Diálogos & Saberes*, v. 8, n. 1, p. 93–108, 2012.
- OMS. *Relatório Mundial sobre Deficiência*. 2011. Acesso em 10 de janeiro de 2016 <http://whqlibdoc.who.int/hq/2011/WHO_NMH_VIP_11.01_por.pdf>.
- PEMPEK, T. A.; YERMOLAYEVA, Y. A.; CALVERT, S. L. College students' social networking experiences on facebook. *Journal of Applied Developmental Psychology*, Elsevier, v. 30, n. 3, p. 227–238, 2009.
- PERLIN, G. Identidades surdas. *A surdez: um olhar sobre as diferenças*. Porto Alegre: Mediação, Mediação, Porto Alegre, v. 1, p. 51–73, 1998.
- QUADROS, R. M. Políticas lingüísticas: as representações das línguas para os surdos e a educação de surdos no brasil. In: *Livro Pós-II Congresso de Educação Especial*. [S.l.: s.n.], 2005.
- QUADROS, R. M.; KARNOPP, L. B. Língua de sinais brasileira: estudos lingüísticos. In: _____. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 32.
- QUADROS, R. M. D.; KARNOPP, L. B. Língua de sinais brasileira: estudos linguísticos. In: _____. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 32.
- RAUBER, G.; ALMEIDA, V. A. F. Privacy albeit late. *Networks*, v. 13, p. 26, 2011.
- REYNOLDS, B. et al. Sharing ephemeral information in online social networks: privacy perceptions and behaviours. In: *Human-Computer Interaction-INTERACT 2011*. Lisbon: Springer, 2011. v. 3, p. 204–215.
- RYBENÁ. *Conheça o Rybená*. 2016. Acesso em 10 de janeiro de 2016 <<http://www.rybena.com.br/>>.
- SACKS, O. *Vendo Vozes: uma viagem ao mundo dos surdos*. São Paulo: Companhia das Letras, 1989. 196 p.

- SCORE, C. *Facebook Blasts into Top Position in Brazilian Social Networking Market Following Year of Tremendous Growth*. 2012. Acesso em 10 de janeiro de 2016 <<http://goo.gl/TcXcM/>>.
- SCORE, C. *2015 Brazil Digital Future in Focus*. 2015. Acesso em 10 de janeiro de 2016 <<https://www.comscore.com/por/Imprensa-e-eventos/Apresentacoes-e-documentos/2015/2015-Brazil-Digital-Future-in-Focus>>.
- SECCO, R. L.; SILVA, M. H. L. F. Proposta de um ambiente interativo para aprendizagem em libras gestual e escrita. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2009. v. 1, n. 1.
- SHAHRI, A. et al. Gamification for volunteer cloud computing. *IEEE/ACM 7th International Conference on Utility and Cloud Computing*, 2014.
- SIGNIFICADO. *Significado de Closed Caption*. 2016. Acesso em 08 de junho de 2016 <<https://www.significados.com.br/closed-caption/>>.
- SILVA, B. R. F. S. B.; BRITO, P. H. S.; BARBOSA, A. A. Tradutor português-libras adaptado a um comunicador de mensagens instantâneas. In: *Congreso Internacional de Informática Educativa-TISE*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 11, p. 371–378.
- SILVA, J. P. F.; SILVA, B. R. F. S. B.; BRITO, P. H. S. Falibras messenger: Solution to the accessibility of the deafs in telegram web with the aid of volunteer computer grid. In: *22nd Brazilian Symposium on Multimedia and the Web - Webmedia '16*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 1, p. 331–336.
- SILVA, M. C. *A inclusão do aluno surdo no ensino regular na perspectiva de professores de classes inclusivas*. 2009. Monografia (Especialista em Educação Especial: Estudos Surdos), FSH (Faculdade Santa Helena), Recife, PE, Brazil.
- SILVA, S. R. P. D.; ROBERTO, P. Aspectos da interação humano-computador na web social. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. *Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. Porto Alegre: ACM, 2008. p. 350–351.
- SKLIAR, C. *Educação e exclusão: abordagens sócio-antropológicas em educação especial*. [S.l.]: Mediação, 2001.
- SOUZA, C. S. D. *The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction (Acting with Technology)*. [S.l.]: The MIT Press, 2005.
- TALK, H. *Sobre*. 2012. Acesso em 10 de janeiro de 2016 <<http://www.handtalk.me/sobre>>.
- TANNEBAUM, A. S.; STEEN, M. V. *Sistemas Distribuídos: Princípios e Paradigmas. 2ª Edição*. USA: Person Education Inc., 2007.
- TELEGRAM. *\$200,000 to the hacker who can break Telegram*. 2013. Acesso em 08 de junho de 2016 <https://telegram.org/crypto_contest>.
- TELEGRAM. *Source code*. 2016. Disponível em: <<https://telegram.org/apps#source-code>>.

TEÓFILO, G. F. A tecnologia assistiva: de que se trata. *Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade*. Porto Alegre: Redes Editora, v. 252, p. 207–235, 2009.

WAINER, J. et al. Scientific workflow systems. *NSF Workshop on Workflow and Process Automation: State-of-the-art and Future Directions*, p. 13–17, 1996.

WEARESOCIAL. *Social, Digital & Mobile in August 2014*. 2014. Acesso em 10 de janeiro de 2016 <<http://wearesocial.sg/blog/2014/08/social-digital-mobile-august-2014/>>.

WEARESOCIAL. *Global, Statshot: August 2015*. 2015. Acesso em 10 de janeiro de 2016 <<http://wearesocial.sg/blog/2015/08/global-statshot-august-2015/>>.

APÊNDICE A – PLANEJAMENTO DO EXPERIMENTO COM VOLUNTÁRIOS SURDOS

O experimento com voluntários surdos necessita de uma intercalação entre as versões com e sem a integração com o Falibras, com o intuito de avaliar com mais precisão se a integração de fato trouxe benefícios para os surdos. Os testes com os voluntários surdos foram divididos em dois grupos, no formato de um quadrado latino (KEEDWELL; DÉNES, 2015).

No Quadrado Latino, as formas de tratar algum experimento são agrupadas em duas maneiras diferentes (linhas e colunas). Nesse tipo de delineamento o número de linhas, colunas e tratamentos deve ser o mesmo. Os tratamentos são distribuídos de forma que cada um apareça uma única vez em cada linha e coluna. Neste mecanismo de coleta o sistema será testado de duas formas, neste caso são dois tratamentos que planejado no quadrado latino fica uma matriz 2 x 2.

Seguindo o conceito do quadrado latino, as frases e os voluntários precisariam ser divididos em dois grupos. Como já determinado anteriormente, as frases já estão organizadas em duas listas, dessa forma os voluntários surdos foram divididos em dois grupos, Grupo I e Grupo II. Apesar da divisão, as frases serão enviadas sempre no mesmo fluxo, primeiro todas as frases da Lista I (ver Seção 6.1.1) e depois todas as frases da Lista II. A diferença é que o Grupo I de voluntários irá visualizar a Lista I com o Falibras Messenger e a Lista II com o Telegram original. Conseqüentemente o Grupo II irá receber as frases da Lista I com o Telegram original e as frases da Lista II com o Falibras Messenger. A Tabela 10 mostra as combinações entre as listas, grupos de voluntários e versões testadas. Os voluntários foram classificados de acordo com seus perfis para serem divididos nos Grupos I e II. A divisão foi feita de tal forma que os grupos fossem homogêneos.

Tabela 10 – Combinações utilizadas para os testes.

	Lista 1	Lista 2
Grupo 1	Com o tradutor	Sem o tradutor
Grupo 2	Sem o tradutor	Com o tradutor

Todos os testes com os surdos foram realizados com o auxílio de no mínimo um intérprete. O papel do intérprete foi traduzir a apresentação pré-teste e traduzir as frases/-palavras do português para Libras, caso fosse solicitado pelo voluntário. A Figura 29 e Figura 30 apresentam o fluxograma do funcionamento dos testes com os surdos, sendo que na Figura 29 representa o fluxograma dos testes com o Falibras Messenger. Já a Figura 30 representa o fluxograma com a versão original do Telegram.

Como explanado no fluxograma para os ouvintes, nos testes realizados com os surdos com o Falibras Messenger, os voluntários poderiam solicitar a tradução quantas vezes

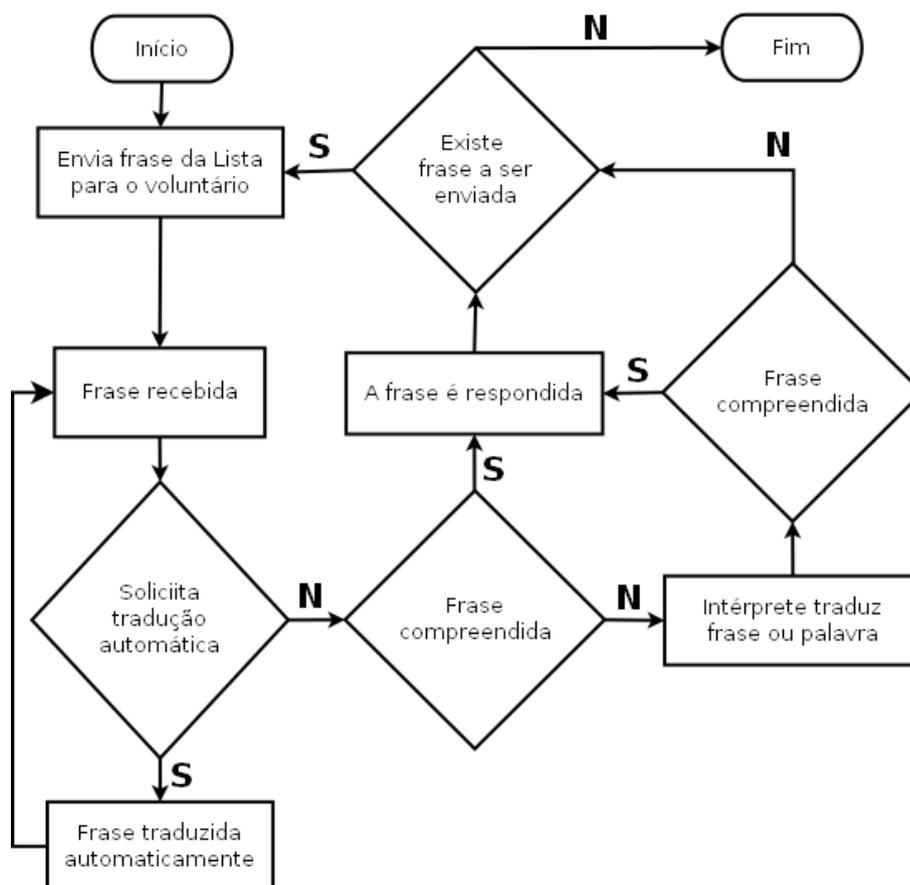


Figura 29 – Fluxograma dos testes realizados com os surdos com a versão do sistema adaptada.

quisessem. As diferenças para este fluxo está no processo de decisão relacionado à compreensão da frase e na presença do intérprete de Libras. Como o português, língua usada para enviar as frases interrogativas não é a língua nativa dos surdos, foi determinado como importância no fluxo a compreensão da frase enviada. Deste modo seria possível concluir se o surdo compreendeu a frase devido a seu conhecimento com a língua portuguesa, devido a tradução automática ou a intervenção do intérprete. O fato do surdo responder a frase interrogativa já qualificava a frase como 'compreendida' e caso ele não domine o português, a resposta poderia ser em Libras.

Seguindo o conceito determinado no fluxograma, os voluntários podem solicitar tradução automática quantas vezes quiserem, mas só podem solicitar intervenção do intérprete uma vez por cada frase enviada. Nos casos que o voluntário não compreender a tradução automática e também não compreender a tradução do intérprete, a frase será classificada como não compreendida e o fluxo segue para a próxima frase da lista vigente.

A lista a seguir mostra todas as tarefas que cada voluntário pôde realizar no teste e a Tabela 11 apresenta de forma resumida as combinações das funcionalidades permitidas para cada tipo de participante e para a versão do aplicativo utilizada.

Ao receber a frase, os voluntários podem realizar as seguintes tarefas:

1. *Log* do sistema

- a) Tempo do diálogo.
- b) Tempo de cada período (testes com os surdos).
- c) Quantidade de mensagens traduzidas.
- d) Quantidade de palavras traduzidas.
- e) Tempo de resposta das traduções.

2. Interações do Intérprete

- a) Número de intervenções com o Falibras
- b) Número de intervenções sem o Falibras