



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

ANÍBAL CAVALCANTE DE OLIVEIRA

**O STAUT-READER - O PROTÓTIPO DE UMA FERRAMENTA DE LEITURA
ELETRÔNICA DE TEXTOS ESCRITOS EM GLOSAS PARA ESTUDANTES
SURDOS.**

FORTALEZA – CEARÁ

2015

ANÍBAL CAVALCANTE DE OLIVEIRA

O STAUT-READER - O PROTÓTIPO DE UMA FERRAMENTA DE LEITURA
ELETRÔNICA DE TEXTOS ESCRITOS EM GLOSAS PARA ESTUDANTES SURDOS.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Ciência da Computação do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciência da Computação. Área de Concentração: Ciência da Computação

Orientador: Francisco C. M. B. Oliveira

Co-Orientador: Leonardo S. Rocha

FORTALEZA – CEARÁ

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Oliveira, Aníbal Cavalcante de .

O STAUT-Reader - O Protótipo De Uma Ferramenta De
Leitura Eletrônica de Textos Escritos Em Glosas Para
Estudantes Surdos. [recurso eletrônico] / Aníbal
Cavalcante de Oliveira. - 2015.

1 CD-ROM: il.; 4 ¾ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do
trabalho acadêmico com 86 folhas, acondicionado em
caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade
Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia,
Mestrado Acadêmico em Ciência da Computação,
Fortaleza, 2015.

Área de concentração: Ciência da Computação.

Orientação: Prof. Dr. Francisco Carlos de Mattos
Brito Oliveira.

Coorientação: Prof. Dr. Leonardo Sampaio Rocha.

1. Libras. 2. Leitura Eletrônica. 3. Tradução
Automática. 4. Notação Glosa. I. Título.

ANÍBAL CAVALCANTE DE OLIVEIRA

O STAUT-READER - O PROTÓTIPO DE UMA FERRAMENTA DE LEITURA
ELETRÔNICA DE TEXTOS ESCRITOS EM GLOSAS PARA ESTUDANTES SURDOS.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Ciência da Computação do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciência da Computação. Área de Concentração: Ciência da Computação

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Francisco C. M. B. Oliveira (Orientador)
Universidade Estadual do Ceará – UECE

Leonardo S. Rocha (Co-Orientador)
Universidade Estadual do Ceará – UECE

Mariela Inés Cortés
Universidade Estadual do Ceará – UECE

Cassandra Ribeiro Joye
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

Dedico este trabalho à minha mãe, Sara, por sempre ter acreditado no meu potencial. Dedico também à meu pai, Luiz Roberto, por ter me apresentado desde cedo, ao mundo da computação. Dedico ao Professor Fran, pela sua força e coragem, que me serviram de inspiração. E finalmente, dedico a minha avó, Cassiana, por ter rezado por mim em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, a quem atribuo todas as conquistas de minha vida.

Ao meu Professor Orientador Dr. Francisco Carlos de Mattos Brito Oliveira, a qual aprendi a admirar e respeitar, pela força, coragem e determinação que teve nos momentos mais difíceis, pelo apoio, incentivo e fundamentalmente por acreditar na minha capacidade.

Ao meu Professor Co-Orientador Dr. Leonardo Sampaio pelas valiosas contribuições dadas a mim e a meu projeto.

À Professora Eudenia Barros pela ajuda inestimável na condução e desenho do experimento.

A todos os educadores a Universidade Estadual do Ceará, em especial aos do curso de Mestrado em Ciências da Computação, que deixaram grande contribuição para o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Aos educadores e alunos do Centro de Referência em Educação e Atendimento Especializado do Ceará (CREAECE), em especial ao Professor Aluísio Wagner de Araújo Lopes pela ajuda dada na condução dos experimentos.

A todos os membros do projeto LE@D, em especial aos Professores Adriano Freitas, Thiago Araújo, Lidiane Castro e Paola Ribeiro. Aos tradutores-intérpretes de Libras, Nicolle Campos, Randson Gomes, Daniel Holanda e a Ana Beatriz Ferreira. Agradeço ao valioso auxílio dessa excelente equipe, na condução dos experimentos e no apoio dado a mim na construção do protótipo da ferramenta STAUT-Reader, e na conclusão desse trabalho.

“What I hear, I forget. What I hear and see, I remember a little. What I hear, see and ask questions about or discuss with someone else I begin to understand. What I hear, see, discuss, and do, I acquire knowledge and skill. What I teach to another, I master.”

(Mel Silberman)

RESUMO

Surdos têm dificuldade em ler textos escritos em idiomas cuja modalidade é oral-auditiva, tais como a Língua Portuguesa. Como usuários de uma língua de sinais, torna-se difícil para eles adquirirem conhecimentos a partir das informações de uso geral, impressas em livros, revistas e jornais. O uso da tecnologia tem se mostrado uma poderosa ferramenta de auxílio à pessoas com deficiência. Nesse contexto, construímos o STAUT-Reader, um protótipo de um leitor eletrônico, projetado para auxiliar leitores surdos a terem acesso a textos originalmente escritos em Português. A ferramenta utiliza um sistema de tradução automática baseado em regras de transferência para produzir textos traduzidos em notação glosa, uma representação escrita da Libras, a Língua Brasileira de Sinais. Para validar a leitura em notação glosa como um instrumento de auxílio aos estudantes surdos no processo de interpretação, aprendizagem e retenção de informações, realizamos um experimento utilizando um desenho, intra-sujeitos, contrabalanceado e randomizado, onde avaliamos o impacto das glosas geradas pelo STAUT-Reader na capacidade de leitura de 20 estudantes surdos. Os resultados mostraram-se promissores, especialmente para surdos não-oralizados.

Palavras-chave: Libras, Leitura Eletrônica, Tradução Automática, Notação Glosa

ABSTRACT

Deaf individuals have difficulty in reading texts written in languages whose mode is oral-auditory, such as Portuguese. As users of a signed language, it is harder for them to gain knowledge from general-purpose information, contained in books, magazines and newspapers. Technology can be used to help readers with disabilities. For this purpose, we have built the STAUT-Reader, a prototype of an electronic reader, designed to help deaf to have access to texts originally written in Portuguese. The tool uses a Rule-Based Machine Translation system to produce output texts in gloss notation, a written representation of Libras, the Brazilian Sign Language. To investigate our proposal we conducted an experiment using a counterbalanced within-subjects design to evaluate the effects of our tool on the reading performance of deaf readers. The results showed to be promising, especially for non-oralized deaf.

Keywords: Libras, Electronic Readers, Machine Translation, Gloss Notation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pirâmide de Vauquois	33
Figura 2 – Arquitetura do STAUT-Reader.	40
Figura 3 – Módulo de Tradução	41
Figura 4 – Análise realizada pelo PALAVRAS.	41
Figura 5 – Exemplo de uma regra simples do STAUT-Reader.	42
Figura 6 – Exemplo de uma cadeia de entrada aceita	43
Figura 7 – O módulo de leitura digital	45
Figura 8 – Médias de Respostas Corretas Para Oralizados e Não-Oralizados na Fase 2 .	50
Figura 9 – Médias de Respostas Corretas Para Oralizados e Não-Oralizados na Fase 3 .	51
Figura 10 – Médias de Respostas Corretas Para o Oralizados e Não-Oralizados nas Fases 2 e 3	51
Figura 11 – Médias de Respostas Corretas nas Fases 2 e 3 Independente do Perfil dos Participantes	52
Figura 12 – Médias de Respostas Corretas nas Fases 2 e 3 Para Nível Médio e Nível Superior	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadro Comparativo	39
Tabela 2 – O Perfil dos Participantes	47
Tabela 3 – Médias das Avaliações na Escala Likert da Fase 1	49
Tabela 4 – Médias de Respostas Corretas Para Oralizados e Não-Oralizados na Fase 2 .	49
Tabela 5 – Médias de Respostas Corretas Para Oralizados e Não-Oralizados na Fase 3 .	50
Tabela 6 – Médias de Respostas Corretas nas Fases 2 e 3 Independente do Perfil dos Participantes	51
Tabela 7 – Médias de Respostas Corretas nas Fases 2 e 3 Para Nível Médio e Nível Superior	52

LISTA DE ALGORITMOS

Algoritmo 1 – Algoritmo do Gerador de Sentenças de Saída	44
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMS	Analisador Morfossintático.
AP	Autômato com Pilha.
ASL	Língua de Sinais Americana.
BDR	Banco de Dados de Regras.
GLC	Gramática Livre de Contexto.
GSS	Gerador de Sentenças de Saída.
MEC	Ministério da Educação.
OMS	Organização Mundial de Saúde.
PLN	Processamento de Linguagem Natural.
TA	Tradução Automática.
TABR	Tradução Automática Baseada em Regras.
TAE	Tradução Automática Estatística.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	MOTIVAÇÃO	18
1.2	OBJETIVOS	19
1.2.1	Objetivo Geral	20
1.2.2	Objetivos Específicos	20
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1	LEITURA ELETRÔNICA VS. LEITURA DE PAPEL	22
2.2	LÍNGUA, LINGUAGEM, FALA E SINAL	23
2.3	SISTEMAS DE TRANSCRIÇÕES DE SINAIS	24
2.3.1	Notação de Stokoe	24
2.3.2	SignWriting	25
2.3.3	O Sistema de Liddell & Johnson	25
2.3.4	Sistema de Notação por Glosas	26
2.4	LINGÜÍSTICA COMPUTACIONAL E A COMPREENSÃO DE LINGUA- GENS NATURAIS	27
2.4.1	Linguagens Formais, Autômatos e Gramáticas	28
2.4.2	Gramáticas Livres de Contexto	29
2.4.3	Analísadores Sintáticos Para Linguagens Livres de Contexto	30
2.5	TRADUÇÃO AUTOMÁTICA	31
2.5.1	Tradução Automática Baseada em Regras	31
2.5.2	Tradução Automática Baseada em Corpus	32
2.5.2.1	Tradução Automática Estatística	33
2.5.2.2	Tradução Automática Baseada em Exemplos	34
2.5.3	TA Baseada Em Paradigmas Híbridos	34
3	TRABALHOS RELACIONADOS	36
3.1	O PROJETO PORSIMPLES	36
3.2	O PROJETO LIBROL	37
3.3	O PROJETO PULO	37

3.4	O SSLMT - STATISTICAL SIGN LANGUAGE MACHINE TRANSLATION: FROM ENGLISH WRITTEN TEXT TO AMERICAN SIGN LANGUAGE GLOSS	38
3.5	O CLAWS	38
3.6	QUADRO COMPARATIVO	39
4	O STAUT-READER	40
4.1	A ARQUITETURA DO STAUT-READER	40
4.1.1	O Módulo de Tradução	40
4.1.2	O Módulo de Leitura Digital	44
5	DESENHO DO EXPERIMENTO	46
5.1	O DESENHO DO EXPERIMENTO	46
5.1.1	Metodologia:	47
6	RESULTADOS	49
6.1	RESULTADOS SOBRE A DIFICULDADE PERCEBIDA DOS TEXTOS .	49
6.2	RESULTADOS SOBRE A DIFICULDADE REAL OU EFETIVA DOS TEXTOS	49
7	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	53
7.1	CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO	53
7.2	LIMITAÇÕES	53
7.3	TRABALHOS FUTUROS	54
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICES	59
	APÊNDICE A – Experimento: Fase 1	60
	APÊNDICE B – Experimento: Fase 2 - Texto 1	62
	APÊNDICE C – Experimento: Fase 2 - Questões Do Texto 1	63
	APÊNDICE D – Experimento: Fase 2 - Texto 2	65
	APÊNDICE E – Experimento: Fase 2 - Questões Do Texto 2	66
	APÊNDICE F – Experimento: Fase 3 - Texto 1	68
	APÊNDICE G – Experimento: Fase 3 - Questões Do Texto 1	69
	APÊNDICE H – Experimento: Fase 3 - Texto 2	71
	APÊNDICE I – Experimento: Fase 3 - Questões Do Texto 2	72
	APÊNDICE J – Questionário Perfil Participante	74

APÊNDICE K – Artigo - 25º Simpósio Brasileiro de Informática na Educa- ção (SBIE -2015)	76
--	----

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS (OMS, 2013), existem aproximadamente 360 milhões de pessoas afetadas pela perda de audição. No Brasil, de acordo com o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), existem cerca de 10 milhões de deficientes auditivos, onde quase 20% desse grupo declara possuir uma grande dificuldade ou a incapacidade de ouvir sons.

Para o Ministério da Educação (MEC, 2006), indivíduos cuja perda auditiva é superior a 71 dB(decibéis) são considerados como surdos. Em outras palavras, a surdez ocorre quando a redução na capacidade de ouvir interfere diretamente na sua comunicação e na qualidade da relação que a pessoa estabelece com o meio em que vive.

Os surdos brasileiros, em sua grande maioria, utilizam a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como forma majoritária de comunicação. Assim, a Língua Portuguesa falada e escrita, cuja modalidade é oral-auditiva, aparece como uma segunda língua para o surdo, e a sua aquisição se dará de forma artificial, assemelhando-se ao aprendizado de uma língua estrangeira (QUADROS, 1997).

Possuindo uma modalidade visual-espacial, a Libras atende a todos os critérios linguísticos de uma língua genuína, sendo capaz de gerar uma quantidade infinita de sentenças e expressar conceitos de diversos níveis de abstração (QUADROS; KARNOPP, 2007). Porém, a quantidade de conteúdos didáticos e materiais de ensino disponibilizados nessa língua ainda são escassos (OLIVEIRA, 2012).

A falta de material didático para surdos se deve ao pouco tempo do surgimento da Libras como uma língua amplamente adotada pela comunidade surda. Apenas em 2002, ela foi reconhecida pela Lei Federal nº 10.436 como meio de comunicação oficial dos surdos brasileiros. Em 2005, através do decreto 5.626, ela foi regulamentada como disciplina curricular.

Outro fator prejudicial é o complexo processo para produzir conteúdos de qualidade direcionados ao ensino de estudantes surdos. Assim, projetos direcionados à educação desse público, devem dispor de uma equipe de profissionais de diversas áreas do conhecimento, devidamente qualificados, para exercer as várias atividades envolvidas nessa tarefa de forma adequada(QUADROS, 1997).

Como um dos pioneiros no ensino para surdos, o projeto EAD2PCD, desenvolvido pelo laboratório LE@D(DELL, 2015), tem como objetivo criar oportunidades de qualificação através do ensino de tecnologia da informação para pessoas surdas, totalmente à distância. Todas

as ferramentas e materiais construídos são testados e validados por um grupo multi-disciplinar constituído por professores, profissionais de Tecnologia da Informação (TI), intérpretes e principalmente por pessoas surdas. Além disso, os cursos são traduzidos manualmente por intérpretes, gravados e disponibilizados em Libras, no formato de vídeo-aulas.

O uso da tecnologia tem se mostrado uma excelente ferramenta de suporte educacional para estudantes surdos. Além disso, uma vez que a população de surdos está bem segmentada pelo território brasileiro, soluções tecnológicas disponibilizadas através de dispositivos conectados a internet reduzem as dificuldades impostas pelas distâncias, democratizando a educação. Logo, desenvolver ferramentas tecnológicas especializadas para os surdos, torna-se uma grande oportunidade de educar e capacitar esses estudantes.

1.1 MOTIVAÇÃO

O estudante surdo tem extrema dificuldade ao ler e interpretar materiais didáticos escritos em Língua Portuguesa (LUCCAS et al., 2012). Porém, devido à falta de conteúdos disponíveis em Libras, os materiais escritos tornam-se as únicas fontes de estudo para esse público. Como consequência, pessoas surdas enfrentam dificuldades de qualificação e não conseguem se inserir no mercado de trabalho desempenhando atividades complexas.

A dificuldade de leitura do aluno surdo se deve a falhas ocorridas no seu processo de alfabetização. Geralmente, a aquisição do português escrito por crianças surdas é baseada em abordagens de ensino para crianças ouvintes que adquirem o português falado. Invariavelmente, a criança surda é colocada em contato com a Língua Portuguesa seguindo as mesmas metodologias e materiais utilizados por crianças ouvintes. A tarefa de ensino só será eficaz, se no processo de alfabetização, for reconhecido e efetivado o uso de Libras como a primeira língua e principal canal de comunicação do aluno surdo (QUADROS; SCHMIEDT, 2006).

Embora estudantes surdos tenham dificuldades em ler textos escritos em Português, alguns deles são capazes de compreender sentenças escritas por meio de glosas (QUADROS, 2008). O sistema de escrita por notação glosa é um tipo de transcrição de sinais, utilizado por tradutores-intérpretes de Libras, capaz de descrever frases sinalizadas em Libras, através de palavras escritas por meio de um português simplificado (BUNGEROT et al., 2008).

Nesse contexto, para validarmos a notação glosa como um instrumento para auxiliar os estudantes surdos no processo de aprendizagem, propomos o desenvolvimento inicial de uma ferramenta de leitura eletrônica que possa auxiliar esse público na leitura e interpretação de

textos traduzidos, facilitando assim, seus estudos através de materiais que estavam previamente escritos apenas em Português.

1.2 OBJETIVOS

O presente trabalho apresenta o STAUT-Reader, um protótipo de um leitor eletrônico que pretende auxiliar alunos surdos no processo de leitura, interpretação e retenção das informações contidas em textos escritos traduzidos de Português para notação glosa. A nossa proposta é validar a leitura de textos escritos em notação glosa, como uma forma de ampliar o acesso a materiais que antes estavam acessíveis apenas em Português, aumentando assim o leque de conteúdos educativos disponíveis para estudantes surdos.

O STAUT-Reader é uma solução composta por dois módulos básicos. O primeiro módulo, chamado de *módulo de tradução*, é responsável por traduzir os textos de Português para notação glosa, e para isso baseia-se num modelo de tradução automática (TA), utilizando o paradigma de TA baseada em regras de transferências. Nos Capítulos 2 e 4, discutiremos mais sobre os paradigmas de TA e detalharemos a aplicação desse modelo na construção do nosso protótipo.

O segundo módulo, chamado de *módulo de leitura digital*, é responsável por disponibilizar os textos traduzidos e auxiliar os estudantes surdos na interpretação desses textos. Nesse módulo, um sistema com interface web, os usuários podem submeter os seus textos e, em seguida, lê-los traduzidos em notação glosa. Embora funcional, ele ainda está em desenvolvimento, uma vez que a nossa pesquisa continua a investigar novos recursos para usar junto com a notação glosa.

Para validarmos a nossa proposta, ou seja, o benefício de textos traduzidos em notação glosa, realizamos um experimento utilizando um desenho, intra-sujeitos, contrabalanceado e randomizado, onde avaliamos o impacto das glosas na capacidade de leitura de 20 estudantes surdos. Os textos utilizados em nosso experimento foram extraídos provas de língua Portuguesa, extraídas de simulados do ENEM fornecidos pela Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC, 2014).

Medimos o efeito das glosas geradas pelo STAUT-Reader, nas dificuldades percebidas e efetivas contidas nos textos (LEROY et al., 2013). A dificuldade percebida foi medida com apenas uma métrica: um questionário baseado na escala do tipo *Likert* de cinco níveis. Já a dificuldade efetiva ou real, foi medida com duas métricas: na primeira métrica, medimos a

capacidade de compreensão e interpretação dos textos, e para isso usamos um conjunto de cinco questões de múltipla escolha, a serem respondidas sob a consulta dos textos; na segunda métrica, medimos a aprendizagem e retenção das informações contidas nos textos, e para isso também utilizamos outro conjunto de cinco questões de múltipla escolha, a serem respondidas sem a consulta dos textos.

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento do protótipo de uma ferramenta de leitura eletrônica, capaz de analisar textos escritos em Português, e gerar como saída, textos equivalentes escritos em notação glosa, um tipo de transcrição dos sinais, que representam graficamente a estrutura das sentenças em Libras, através de palavras em Português. Essa ferramenta, chamada de STAUT-Reader, terá como principal objetivo auxiliar alunos surdos no processo de leitura e interpretação de textos originalmente escritos em Língua Portuguesa.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Expor as vantagens e desvantagens sobre a leitura eletrônica em relação a leitura em papel impresso.
- b) Apontar os aspectos linguísticos e estruturais de Libras.
- c) Sintetizar os principais sistemas de transcrição de sinais para Libras, justificando o uso da notação glosa como o sistema utilizado pelo STAUT-Reader.
- d) Sintetizar as principais técnicas e ferramentas utilizadas na tradução automática.
- e) Estabelecer uma arquitetura para o protótipo da ferramenta de tradução.
- f) Construir o protótipo inicial de uma ferramenta de tradução automática capaz de traduzir textos escritos originalmente em Português para notação glosa.
- g) Validar o impacto das traduções em notação glosa, geradas pelo STAUT-Reader, nas atividades de leitura e interpretação de textos por estudantes surdos.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Nosso trabalho está organizado da seguinte maneira: no Capítulo 2 são apresentados os referenciais teóricos que fundamentam as bases de construção do STAUT-Reader; no Capítulo 3, apresentamos uma revisão bibliográfica onde mostramos trabalhos existentes na área de

tradução de textos com foco sobre a leitura de textos escritos para surdos; no Capítulo 4 apresentamos a arquitetura e o funcionamento do STAUT-Reader; no Capítulo 5 mostramos o desenho do experimento, e no Capítulo 6 os resultados obtidos. Finalmente, no Capítulo 7, apresentamos as conclusões e trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta alguns referenciais teóricos que fundamentam as bases de construção do STAUT-Reader. Inicialmente, apresentamos uma breve discussão sobre as vantagens e desvantagens da leitura eletrônica em relação à leitura em papel impresso. Em seguida, são definidos alguns conceitos importantes sobre termos que são utilizados durante o desenvolvimento do trabalho como: língua, linguagem, fala e sinal. Após isso, apresentamos as estruturas básicas dos sinais em Libras e os principais sistemas de transcrição de língua de sinais existentes. Posteriormente, apresentamos alguns conceitos sobre Linguística Computacional, para que finalmente, sejam expostos os paradigmas de tradução automática.

2.1 LEITURA ELETRÔNICA VS. LEITURA DE PAPEL

Estudos recentes têm se dedicado a investigar quais são as principais diferenças entre as formas contemporâneas de leitura: aquela realizada em papel escrito, de modo convencional, como em livros, revistas e jornais impressos; e a leitura realizada por meios digitais, sejam eles computadores, tablets, *smartphones*, cujos quais vêm servindo como veículos para os livros e jornais eletrônicos produzidos no mercado.

Estudos realizados na Universidade de Stavanger, na Noruega, apontam que há uma leve desvantagem dos leitores digitais, pois eles supostamente diminuiriam a atenção do indivíduo devido ao seu suporte multitarefa em um ambiente digital (MANGEN et al., 2013). Nesse caso, o experimento foi realizado através da comparação de dois grupos: sujeitos que leram em textos impressos; e outro grupo de sujeitos que leram textos no computador. O primeiro grupo teve melhor êxito na compreensão dos textos. As hipóteses levantadas pelos pesquisadores para tais resultados estão relacionadas a elementos de navegação, *layout* e ao acesso direto a totalidade dos textos impressos, o que não ocorre nas versões digitais.

Em contrapartida, pesquisas realizadas pelo Centro Harvard-Smithsonian de Astrofísica (EUA) indicam que, ao comparar os dois tipos de leitura – em papel e em suportes eletrônicos – entre um grupo de adolescentes com dislexia, aqueles que possuíam mais limitações para decodificar os fonemas, ou tinham menor capacidade de atenção visual, tiveram melhor êxito na compreensão dos textos apresentados (SCHNEPS et al., 2013). Essa equipe percebeu que um dispositivo portátil facilita a leitura, melhorando a velocidade e a compreensão entre esse grupo pesquisado, pois eles têm a potencialidade de re-formatação das páginas, facilitando as

condições daqueles que são prejudicados pela dinâmica temporal em leitura, como, por exemplo, a lentidão causada pelo déficit de atenção, dificuldades de acessar representações fonológicas das palavras ou de reconhecimento de caracteres.

Além disso, Korat e Shamir (KORAT; SHAMIR, 2008) desenvolveram um livro educacional informatizado como ferramenta de apoio para alfabetização de estudantes pré-escolares. Para isso, eles realizaram uma pesquisa com 149 crianças de diferentes níveis socio-econômicos. Os resultados mostraram que, com o uso de um livro eletrônico, as crianças tiveram melhorias em seu vocabulário, um maior reconhecimento de palavras e um aumento no nível de consciência fonológica. Ademais, Quek, Elglaly e Oliveira (QUEK et al., 2013) demonstraram com seu sistema de leitura digital para pessoas com cegueira ou deficiência visual grave, que a leitura eletrônica pode ajudar no processamento e na apresentação das informações contidas nos textos, promovendo um maior engajamento, além dos leitores manterem o seu próprio ritmo e controle durante todo o processo de leitura.

Assim, a leitura eletrônica mostra-se como uma oportunidade para pesquisadores e profissionais apresentarem a informação textual através de diferentes interfaces, adaptáveis às necessidades e deficiências do leitor. Propomos uma ferramenta capaz de processar textos em Português e apresentá-los também em uma forma textual, cujas as estruturas estão alinhadas como o modelo mental das sentenças sinalizadas em Libras.

2.2 LÍNGUA, LINGUAGEM, FALA E SINAL

Os conceitos de língua e linguagem foram primeiramente sistematizados em 1916, por Ferdinand de Saussure, considerado o pai da linguística. Segundo ele, a linguagem é composta pela língua e pela fala. A língua é um sistema de regras compostas por elementos significativos inter-relacionados, tratando-se portanto, do aspecto social da linguagem, pois é compartilhada por todos os falantes de uma comunidade, sendo esta o objeto de estudos da Linguística. Já a fala é o aspecto individual da linguagem, que possui características individuais, não sendo o objeto de seus estudos (GOLDFELD, 1997).

Para o cientista Lev Vygotsky, não existe explicitamente uma distinção entre os conceitos de língua e linguagem. Para ele, a linguagem não pode ser percebida apenas como uma forma de comunicação, mas também como a função reguladora do pensamento. A linguagem, no seu sentido amplo, envolve significação com valor semiótico, e constitui o sujeito, a forma como este recorta e percebe o mundo e a si próprio (GOLDFELD, 1997).

Os termos utilizados no estudo da surdez são iguais aos utilizados na linguística e na psicologia, no entanto com conotações diferentes. Assim, no presente trabalho, seguiremos as definições adotadas por (GOLDFELD, 1997), que são:

1. Linguagem: são códigos que envolvem significação, não precisando necessariamente abranger uma língua.
2. Língua: um sistema de regras abstratas composto por elementos significativos inter-relacionados, que regula o pensamento, e serve de elo entre o psiquismo e a ideologia.
3. Fala: designa a enunciação produzida através do sistema fonador, chamada de oralização. É a produção da linguagem pelo falante nos momentos de diálogo social e interior, usado tanto no canal audiofonatório, quanto no canal espaço-viso-manual.
4. Oralização: sistema fonador para expressar palavras e frases da língua;
5. Sinalização: fala produzida através do canal espaço-visual;
6. Signo: elemento da língua marcado pela história e cultura dos falantes com inúmeras possibilidades de sentidos criados no momento e interação, dependendo do contexto e dos falantes que o utilizam.
7. Sinal: é o signo linguístico semelhante as palavras; é o elemento léxico da língua de sinais.

2.3 SISTEMAS DE TRANSCRIÇÕES DE SINAIS

2.3.1 Notação de Stokoe

Sistemas de transcrição para descrever movimentos são estudados desde o começo da metade do século passado. Um dos primeiros registros de um sistema de transcrição para língua de sinais é a notação de Stokoe (STOKOE, 2005).

O sistema de transcrição de Stokoe é baseado no alfabeto latino e foi criado para descrever a língua de sinais americana (ASL), numa tentativa de mostrar que ela seria uma língua natural. Stokoe conseguiu demonstrar que, ao contrário do que se pensava na época, os sinais não são gestos e mímicas. Os itens lexicais das línguas de sinais são como as palavras das línguas orais, passíveis de decomposição em unidades menores (AMARAL, 2012).

A notação de Stokoe possui como característica a sequencialidade na representação dos sinais. Assim não é possível descrever explicitamente a simultaneidade de eventos que ocorrem nas línguas de sinais. Tal aspecto dificulta a compreensão dos sinais pela leitura da transcrição (AMARAL, 2012).

Outra restrição de Stokoe é o fato de trabalhar com um número finito de configurações de mãos, atribuindo a cada uma um símbolo. Dessa forma, para descrever uma nova configuração de mão, é utilizado um símbolo já existente que mais se aproxime da nova configuração. Uma vez que a língua de sinais não é estática, ou seja, novos sinais podem surgir necessitando de configurações não existentes, a limitação das configurações de mão é um problema. Outra limitação desse sistema é a falta de representação de expressões faciais, que são fundamentais para o entendimento de muitos sinais (AMARAL, 2012).

2.3.2 SignWriting

O sistema de transcrição SignWriting foi criado em 1974 pela dançarina Valerie Sutton com o objetivo de capturar o movimento que estava sendo executado na língua de sinal e representá-lo, sem a preocupação de fazer uma análise das línguas de sinais. O SignWriting é definido por três estruturas básicas: configuração de mão, contato e movimento (SUTTON, 1999).

Como diferenciais, o SignWriting apresenta a possibilidade de representar expressões faciais, descrever a dinâmica e a velocidade dos movimentos, e se o movimento é simultâneo ou alternado. Além disso, existem símbolos de pontuação que correspondem a vírgulas, pontos de interrogação e pontos de exclamação (AMARAL, 2012).

Embora existam significativos estudos a seu respeito, a aceitação do SignWriting por intérpretes e pela comunidade surda ainda é baixa, em parte pela relativa dificuldade de seu aprendizado, visto que é um sistema icônico, diferente de qualquer alfabeto escrito, composto por aproximadamente 900 símbolos que podem ser utilizados em conjunto para compor uma sinalização (SUTTON, 1999).

2.3.3 O Sistema de Liddell & Johnson

Liddell & Johnson (LIDDELL; JOHNSON, 1989) estudaram a estrutura das línguas de sinais e criaram uma representação abrangente e utilizada por linguistas da atualidade. O modelo descreve que todo sinal é composto de movimentos e suspensões. Os momentos em que as mãos estão paradas no espaço de sinalização são chamados de suspensão e os momentos em que as mãos estão se movendo são chamados de movimento.

Nesse sistema, os sinais são descritos como sendo compostos por um único segmento (de movimento ou de suspensão), ou por uma sequência de segmentos. Movimentos e suspensões

são descritos através dos chamados feixes de traços: feixe segmental e feixe articulatório. O feixe segmental especifica a atividade de mão, se a mão está parada ou se movendo. A função desse traço é distinguir entre movimento e suspensão. O feixe articulatório descreve a postura da mão, sua configuração, localização e orientação (AMARAL, 2012).

O modelo de Liddell & Johnson possui um grande poder descritivo, apresentando uma descrição detalhada de configuração de mão, localização, movimento e orientação. Descreve ainda a essencialidade das características do sinal, diferentemente dos demais modelos propostos. Contudo, trata-se de um sistema que foi concebido para fins de análises linguísticas, e portanto, na época em que este foi proposto, seus autores já reconheciam que existia pouco conhecimento sobre as línguas sinalizadas em comparação às línguas orais (XAVIER, 2006).

2.3.4 Sistema de Notação por Glosas

Os sistemas de transcrição relatados anteriormente não possuem poder de descrição suficientemente abrangente para leitura por pessoas não especialmente treinadas. Uma alternativa é o sistema de notação por palavras ou glosas, que vem sendo adotado por pesquisadores de línguas de sinais em vários países, inclusive no Brasil. O sistema tem esse nome porque as palavras de uma língua oral são utilizadas para representar aproximadamente os sinais (BRITO, 1995). Essas palavras são conhecidas pelos linguistas como glosas, que neste contexto pode ser entendido como uma palavra que traduz aproximadamente o significado de outra. O sistema de transcrição por glosas é amplamente utilizado por linguistas e intérpretes para transcrever sequências de vídeos na língua de sinais. Nesse sistema, uma palavra escrita em letras maiúsculas descreve o conteúdo de um sinal, e marcações adicionais representam expressões faciais e outros traços não manuais (BUNGEROT et al., 2008).

Felipe (FELIPE, 2001) apresenta algumas convenções para a escrita de sinais utilizando glosas, que são listadas a seguir:

1. Os sinais da Libras, para efeito de simplificação, serão representados por itens lexicais da Língua Portuguesa em letras maiúsculas. Exemplos: CASA, ESTUDAR, CRIANÇA.
2. Um sinal, que é traduzido por duas ou mais palavras em língua portuguesa, será representado pelas palavras correspondentes separadas por hífen. Exemplos: CORTAR-COM-FACA 'cortar', QUERER-NÃO 'não querer', MEIO-DIA 'meio-dia', AINDA-NÃO 'ainda não'.
3. Um sinal composto, que é formado por dois ou mais sinais, é representado por duas

ou mais palavras separadas por um hífen, representando uma única ideia. Exemplo: CAVALO-LISTRA 'zebra'.

4. A datilologia (alfabeto manual), que é usada para expressar nome de pessoas, de localidades e outras palavras que não possuem um sinal, será representada pela palavra separada, letra por letra, por hífen. Exemplos: J-O-Ã-O, A-N-E-S-T-E-S-I-A.
5. O sinal soletrado, ou seja, uma palavra da língua portuguesa que, por empréstimo, passou a pertencer à LIBRAS por ser expressa pelo alfabeto manual com uma incorporação de movimento próprio desta língua, será representado pela soletração ou parte da soletração do sinal em itálico. Exemplos: R-S 'reais', N-U-N-C-A, 'nunca'.
6. Em Libras não há desinências para gênero (masculino e feminino) e número. O sinal, representado por uma palavra da língua portuguesa que possui essas marcas, será finalizado com o símbolo @ para reforçar a ideia de ausência e não haver confusão. Exemplos: AMIG@ 'amiga ou amigo', FRI@ 'fria ou frio', MUIT@ 'muita ou muito', TOD@ 'toda ou todo', EL@ 'ela ou ele', ME@ 'minha ou meu'.
7. Para simplificação, serão utilizados, para a representação de frases nas formas exclamativas e interrogativas, os sinais de pontuação utilizados na escrita das línguas orais-auditivas, ou seja: !, ?, ?!.

Pela relativa facilidade de aprendizado e entendimento, além da ampla utilização dessa notação por intérpretes-tradutores, adotaremos o sistema de transcrição por glosas como a forma de escrita de sinais a ser utilizada pelo STAUT-Reader.

2.4 LINGUÍSTICA COMPUTACIONAL E A COMPREENSÃO DE LINGUAGENS NATURAIS

Segundo Bird, a linguagem natural é qualquer linguagem usada para a comunicação cotidiana por seres humanos (BIRD et al., 2009). Dessa maneira, a Linguística Computacional (LC) é a área de conhecimento multi-disciplinar que explora as relações entre a Linguística, a Ciência da Computação e diversas outras disciplinas, tornando possível a construção de sistemas computacionais capazes de analisar, reconhecer e produzir informações apresentadas em linguagem natural (VIEIRA; LIMA, 2001).

A LC preocupa-se com questões como: a estruturação e representação de frases, a modelagem do conhecimento e do raciocínio, e como a linguagem pode ser usada para realizar tarefas específicas. Para isso, utiliza algoritmos, estruturas de dados, modelos formais

de representação e raciocínio, e técnicas de Inteligência Artificial, como métodos de busca e representação. Seu objetivo é desenvolver uma teoria computacional da língua, utilizando as noções de computação, e tirando proveito do que é conhecido das outras áreas relativas ao estudo da língua (ALLEN, 1995).

Dá-se o nome de Processamento de Linguagem Natural (PLN), o ramo da LC responsável pela construção de programas capazes de interpretar e/ou gerar informação em linguagem natural. O outro ramo de estudo da LC, denominado Linguística de Corpus, é responsável pela coleta e exploração de corpora, ou seja, conjuntos de dados linguísticos textuais coletados que servem para a pesquisa de uma língua. Esse ramo dedica-se à exploração da linguagem através de evidências empíricas, extraídas por meio do computador (OTHERO, 2006).

2.4.1 Linguagens Formais, Autômatos e Gramáticas

Um sistema de PLN deve utilizar um conhecimento considerável sobre a estrutura da linguagem em si, incluindo o que as palavras são, como as palavras se combinam e o que elas significam, e como esse significado contribui para o sentido de uma frase. Assim, um componente crucial desse sistema é a capacidade de processar um modelo ou representação, que expresse o significado de frases e textos. Para isso, existe a necessidade de se utilizar uma linguagem mais precisa, formalmente especificada, conhecida como Linguagem Formal (ALLEN, 1995).

Uma Linguagem Formal é composta por mecanismos lógicos e matemáticos capazes de representar e especificar de forma rigorosa, outras linguagens. É constituída por um conjunto de cadeias de comprimento finito, formadas pela concatenação de símbolos de um alfabeto finito e não-vazio denominado Σ . Além disso, podem ser representadas ou definidas a partir de sistemas ou dispositivos conhecidos como: geradores e reconhecedores (RAMOS et al., 2009).

De acordo com (RAMOS et al., 2009), sistemas geradores e reconhecedores são definidos da seguinte maneira:

- Os sistemas geradores constituem sistemas formais baseados em regras de substituição, através dos quais é possível sintetizar, de forma exaustiva, o conjunto das cadeias que compõem uma determinada linguagem. Os principais sistemas geradores são conhecidos como **gramáticas**. Em 1956, o linguista Noam Chomsky (CHOMSKY, 1956) definiu uma classificação hierárquica de acordo com o poder de síntese do conjunto das linguagens que uma gramática é capaz de gerar: Gramáticas regulares, Gramáticas livres-de-contexto,

Gramáticas sensíveis-ao-contexto, e Gramáticas irrestritas.

- Os sistemas reconhecedores, conhecidos como aceitadores sintáticos, correspondem a especificações finitas de dispositivos de aceitação de cadeias. Um dispositivo desse tipo deverá aceitar toda e qualquer cadeia pertencente à linguagem por ele definido, e rejeitar todas as cadeias não-pertencentes à linguagem. O método é aplicável para a especificação formal de linguagens finitas e infinitas. Os principais sistemas reconhecedores, também conhecidos como **autômatos**, são: Autômatos finitos, Autômatos com pilha e a Máquina de Turing.

2.4.2 Gramáticas Livres de Contexto

Segundo (SIPSER, 1996), as gramáticas livres-de-contexto (GLC) consistem num poderoso método para descrever linguagens naturais humanas. São capazes de descrever as características recursivas dessas linguagens, como o relacionamento entre nome, verbo, e preposição, além de capturar bem o relacionamento e a formação de frases nominais e frases verbais, onde uma pode aparecer dentro da outra e vice versa.

Basicamente uma GLC consiste de uma coleção de **regras de substituição** ou **produções**, onde cada regra é descrita como uma linha na gramática. Uma produção é compreendida por um símbolo seguido por uma cadeia de elementos separados por uma seta. O símbolo antes da seta é chamado de **variável** e a cadeia de elementos pode ser formada por variáveis ou por outros símbolos chamados de **terminais**. A primeira regra de uma gramática é definida pela sua **variável inicial**, geralmente representada pela letra S (SIPSER, 1996). A definição formal de uma GLC é:

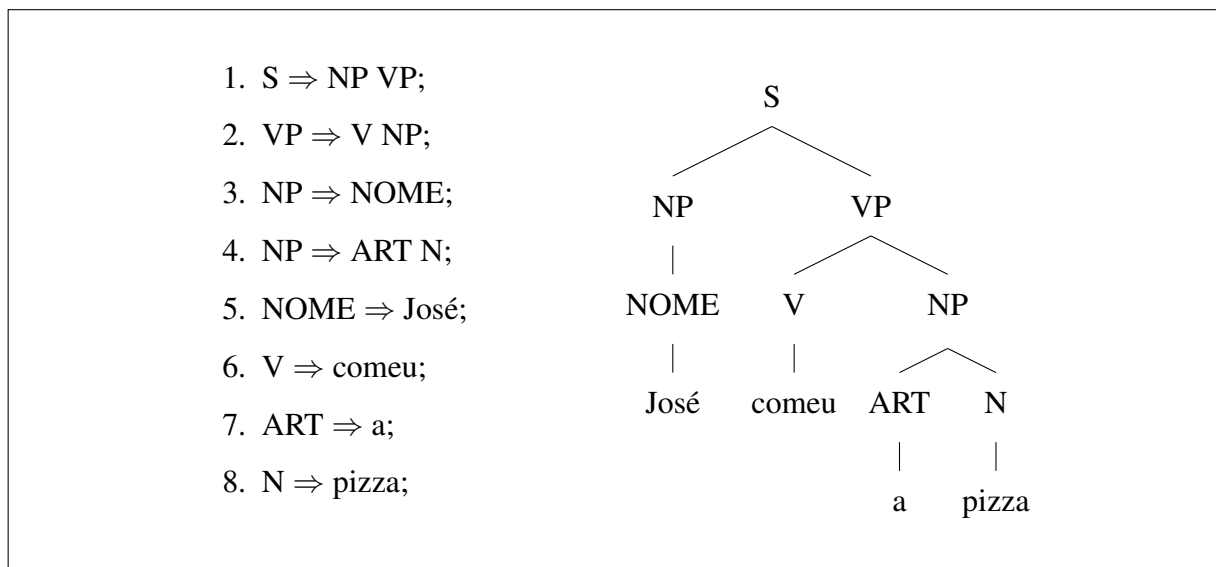
Uma GLC é uma 4-upla (V, Σ, R, S) , onde:

1. V é um conjunto finito denominado **variáveis, ou não-terminais**;
2. Σ é um conjunto finito, disjunto de V , denominado **terminais**;
3. R é um conjunto finito de **regras**, com cada regra sendo uma variável e uma cadeia de variáveis e terminais; e
4. $S \in V$ é a variável inicial.

A aplicação de uma regra, ou seja, a sequência de substituições para gerar uma cadeia, é chamada de **derivação**. Assim uma derivação proporciona um método para a construção de

uma cadeia específica de terminais partindo de uma variável inicial. Uma árvore de análise sintática é uma estrutura de dados em árvore, capaz de representar as múltiplas derivações possíveis a partir das regras de produção. Nela, os nós internos são rotulados por símbolos não-terminais, enquanto os nós folha são rotulados por símbolos terminais. O programa que produz tais árvores é denominado um analisador sintático (LOUDEN, 1997).

A seguir temos o exemplo de uma gramática simples e de sua árvore de análise sintática.



2.4.3 Analisadores Sintáticos Para Linguagens Livres de Contexto

Segundo (AHO; ULLMAN, 1972), o processo de análise sintática ou *parsing* se dá através da simulação de um autômato com pilha (AP), ou seja, um AP é um modelo natural para analisadores sintáticos. Basicamente um AP é um modelo reconhecedor equivalente a uma GLC, onde dada uma determinada linguagem, podemos ter uma GLC que gera ou um AP que reconhece.

A análise sintática verifica se a sequência de palavras nas sentenças são válidas para a gramática utilizada. Assim, o analisador sintático ou *parser* construirá uma árvore de derivação, que explicitará as relações entre as palavras que compõem a sentença (VIEIRA; LIMA, 2001). O algoritmo de *parsing* irá definir como uma cadeia de entrada pode ser derivada a partir do símbolo inicial das regras de produção de uma gramática. Esses algoritmos podem realizar esse processo de derivação a partir de duas maneiras:

- A análise sintática **descendente** analisa a cadeia de elementos de entrada pelo acompa-

mento dos passos de uma derivação a esquerda. O nome descendente vem da forma como a árvore de análise sintática é percorrida em pré-ordem, portanto, da raiz para as folhas. A análise estará completa se cada uma das folhas da árvore contiver símbolos terminais da cadeia de entrada.

- A análise sintática **ascendente** analisa a cadeia de elementos de entrada e tenta construir uma árvore de derivação, começando pelas folhas e prosseguindo para a raiz, produzindo uma derivação mais a direita, na ordem inversa. Se a árvore obtida tem como nó raiz o símbolo inicial da gramática e a sequência dos nós folhas pertencem a sua gramática, então a cadeia é válida e a análise estará completa.

Em seu *módulo de tradução*, o STAUT-Reader fará uso de um **analisador sintático descendente LL(x)** e de um conjunto de GLC's. As GLC's serão utilizadas para realizar a ligação entre Português e Libras através de regras de transferência, que serão definidas em um arquivo texto separado que será lido e interpretado pelo módulo tradutor. A proposta é que através desse arquivo de regras externo, intérpretes-tradutores de Libras possam editar e construir novas regras aninhadas e extensíveis. O funcionamento e a descrição desse módulo serão explicados no Capítulo 4.

2.5 TRADUÇÃO AUTOMÁTICA

A tradução automática (TA) é um sub-campo da linguística computacional que investiga o uso de software para traduzir textos de uma língua natural para outra. O problema da tradução de um texto em outro feito por máquinas é um problema antigo na área da computação e possui diversas soluções adotadas por muitos pesquisadores (VAUQUOIS, 2003). A seguir serão descritos os diferentes paradigmas utilizados para o desenvolvimento de sistemas de TA.

2.5.1 Tradução Automática Baseada em Regras

A TA baseada em regras (TABR) é caracterizada por representar o conhecimento por meio de regras de diferentes níveis linguísticos, para a tradução entre as línguas fonte e alvo. A arquitetura de sistemas de TA baseados em regras linguísticas segue três abordagens essenciais: a tradução direta, a tradução por transferência e a tradução por interlíngua (IBRAHIMO, 2010).

- Tradução Direta: A tradução processa-se diretamente do texto fonte para o texto alvo, com o mínimo de análise sintática e semântica. Consiste apenas num grande dicionário bilíngue

e num programa simples para a análise e geração de textos. O texto na língua fonte é traduzido palavra a palavra, sem uma análise aprofundada das suas estruturas sintáticas ou da relação semântica entre as palavras.

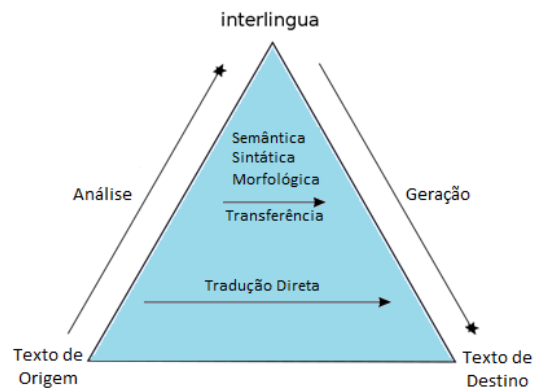
- **Tradução Por Transferência:** É a abordagem clássica de TA. Possui três fases distintas: análise, transferência e geração. A primeira fase consiste na alteração da estrutura e das palavras da sentença de entrada resultando em uma representação intermediária da língua fonte. Essa representação varia na profundidade da análise realizada, podendo envolver aspectos morfológicos, sintáticos e semânticos da língua fonte. A fase de transferência consiste na transformação dessa representação em uma estrutura intermediária da língua alvo. Na terceira etapa, é realizada a geração da sentença na língua alvo a partir das estruturas geradas na fase anterior.
- **Tradução Por Interlíngua:** Foi desenvolvida durante os anos 80 e parte do pressuposto que é possível converter textos em representações sintático-semânticas que são comuns a mais de uma língua. A interlíngua constitui uma abordagem fundamentada nos princípios de uma linguística universal, cuja metodologia é importada da inteligência artificial, que caracteriza os sistemas em que as representações do significado da língua fonte são feitas de forma independente de qualquer língua. Os textos são gerados a partir dessas representações na interlíngua para outras línguas. A tradução processa-se, assim, em duas fases: da língua fonte para a interlíngua e da interlíngua para a língua alvo.

Os três métodos da TA baseada em regras diferem basicamente em dois fatores: na profundidade da análise da língua fonte e no grau de complexidade com que tentam atingir uma representação abstrata do significado que seja independente de qualquer língua. A pirâmide de Vauquois (Figura - 1), proposta por Bernard Vauquois (VAUQUOIS, 1968), ilustra esses níveis de análise.

2.5.2 Tradução Automática Baseada em Corpus

Os anos 90 foram marcados pelo aparecimento de um paradigma relativamente novo que veio apresentar desafios e também enriquecer as abordagens tradicionais. Trata-se do paradigma empírico, baseado em corpus paralelo, isto é, grandes coleções de textos e suas respectivas traduções. A TA baseada em corpus pode ser classificada em duas categorias: a TA estatística e a TA baseada em exemplos.

Figura 1 – Pirâmide de Vauquois



2.5.2.1 Tradução Automática Estatística

A TA estatística (TAE) não utiliza qualquer tipo de conhecimento linguístico. O modelo baseia-se essencialmente no alinhamento de palavras, expressões e sequências de palavras num corpus paralelo bilíngue, onde por corpus paralelo, entende-se um conjunto de pares de textos que são traduções mútuas. A partir dessa base de treinamento são construídos modelos estatísticos onde são realizados cálculos da probabilidade de uma palavra na língua fonte, corresponder a uma ou mais palavras da frase equivalente na língua alvo com a qual esteja alinhada (SOMERS, 2003).

A ideia por trás dessa abordagem é a de modelar o processo de tradução em termos de probabilidades estatísticas. Assim, para todos os pares de frases O e A (frase original – frase alvo) há uma probabilidade $\Pr(A|B)$, ou seja, a probabilidade de A ser a frase alvo desde que O seja a frase original. Dessa forma, o processo de tradução resume-se em encontrar o melhor valor para $\Pr(A|B)$ (IBRAHIMO, 2010).

Para realizar o cálculo dessas probabilidades, utiliza-se dois modelos probabilísticos. O primeiro é obtido pela probabilidade de que as palavras no texto fonte correspondam exatamente às palavras que lhe são atribuídas no texto alvo, o chamado modelo de tradução. O segundo representa a probabilidade de que as palavras na língua alvo estejam corretamente combinadas em uma frase na própria língua alvo, ou seja, de que a sequência das palavras represente uma frase de boa qualidade e provável na língua alvo, esse é conhecido como modelo linguístico (SOMERS, 2003).

A popularidade da TA baseada em estatística deve-se ao fato deste modelo não exigir qualquer conhecimento prévio do par de línguas em questão, não sendo necessário que as regras linguísticas sejam explicitamente codificadas no sistema por especialistas. Além disso, o fato de

não estar adaptado a um par de línguas específico permite que possa ser generalizado a outras línguas com maior facilidade (IBRAHIMO, 2010).

2.5.2.2 Tradução Automática Baseada em Exemplos

A TA baseada em exemplos foi proposta no começo da década de 80, mas o seu desenvolvimento também se deu a partir dos anos 90. O objetivo da TA baseada em exemplos é a reutilização de exemplos de traduções humanas já existentes como base para a tradução de textos nunca antes traduzidos (SOMERS, 2003).

Assim, em vez de regras de mapeamento entre as línguas, utiliza-se um procedimento que tenta combinar o texto a ser traduzido com exemplos de traduções armazenados. A tradução é, portanto, por analogia com exemplos coletados a partir de traduções já realizadas, os quais são anotados com suas descrições superficiais, em um corpus bilíngue alinhado. Basicamente, a ideia é utilizar um algoritmo de unificação para encontrar o exemplo mais próximo da sentença de entrada, a partir do corpus bilíngue. Esse procedimento resulta num modelo de tradução, o qual pode, então, ser preenchido palavra por palavra, de acordo com as palavras da sentença de entrada. A proximidade de cada exemplo com a sentença de entrada é determinada pela distância semântica entre as suas palavras, a qual pode ser calculada com base na distância entre essas palavras em uma hierarquia de termos e conceitos provida, em geral, por uma enciclopédia de textos ou uma ontologia (SPECIA; RINO, 2002).

A combinação de frases requer pelo menos uma análise sintática básica das traduções paralelas, além de alguma análise semântica para determinar a proximidade da combinação. Assim, a tradução de sentenças exige também que a estrutura sintática da sentença fonte seja combinada com sentenças no corpus. A maioria dos sistemas de TA baseado em exemplos não considera a combinação da sentença inteira, mas sim de algumas de suas partes, como sintagmas nominais ou preposicionais (SPECIA; RINO, 2002).

2.5.3 TA Baseada Em Paradigmas Híbridos

Embora a abordagem dominante na investigação em TA seja largamente baseada em regras, tem-se verificado um interesse cada vez maior no uso integrado das tecnologias de TA baseadas em regras juntamente com as tecnologias de TA baseada em estatística. Essa tendência levou ao rápido surgimento dos chamados sistemas híbridos. Alguns desses sistemas combinam uma componente de TA baseada em regras com uma componente de TA baseada em exemplos,

que é especificamente ativada para solucionar problemas de abordagem mais difícil para a TA baseada em regras. Outros sistemas híbridos combinam módulos de análise e de geração baseados em regras com uma transferência baseada em exemplos. Uma terceira combinação, particularmente adequada para o problema da tradução da fala, consiste, por exemplo, em aliar a análise estatística, na fase de análise, com a abordagem baseada em regras nas fases de transferência e geração (IBRAHIMO, 2010).

Diante dos paradigmas aqui apresentados e frente as limitações em se construir um corpus paralelo bilíngue entre Português e notação glosa, construímos o módulo de tradução do STAUT-Reader utilizando apenas o paradigma de tradução baseada em regras por transferência.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Há muitos esforços da comunidade científica para o desenvolvimento de ferramentas que ajudem pessoas com deficiência a ter um melhor acesso à informação. No entanto, encontramos poucos estudos sobre a leitura de textos escritos para surdos, especialmente para aqueles que usam Libras como primeira língua. Nesta seção, nós apresentamos outros projetos em curso que também investigam o processo de leitura de textos escritos para os surdos.

3.1 O PROJETO PORSIMPLES

O Projeto PorSimples (Simplificação Textual do Português para Inclusão e Acessibilidade Digital) oferece um conjunto de ferramentas que têm como objetivo realizar adaptações de textos em Português para pessoas com baixo grau de instrução. O PorSimples é composto por um conjunto de ferramentas de elaboração e simplificação de textos: o SIMPLIFICA, que auxilia autores a criarem textos simplificados; o FACILITA, que explora tarefas de sumarização e simplificação de conteúdos web para pessoas pouco alfabetizadas; e o FACILITA Educacional, que auxilia leitores com baixo letramento no processo de leitura detalhada, exibindo perguntas que esclareçam as relações semânticas, ligando verbos para os seus argumentos, destacando entidades nomeadas, associações entre as ideias principais dos textos e executando elaboração lexical (ALUÍSIO; GASPERIN, 2010).

A partir dos textos simplificados gerados pelo PorSimples, um outro projeto estudou a complexidade da Libras e desenvolveu uma ferramenta computacional para auxiliar a comunidade surda brasileira no acesso à informação e na inclusão digital. Como resultado, a ferramenta criada reescreve os textos simplificados, considerando os aspectos linguísticos da língua de sinais, em uma interlíngua da Libras. Para conseguir esse resultado, o sistema executa um processo em duas fases. Na primeira, denominada de Análise, é feita a simplificação máxima possível do texto em Português. Na segunda, chamada de Transformação, são realizadas mudanças nas sentenças, como a mudança de voz passiva para ativa, inversão de ordem, divisão ou união, remoção de uma sentença ou parte dela, substituição lexical e datilológica, a fim de que a interlíngua escrita se aproxime o máximo possível das características linguísticas da Libras. Devido ao objetivo do PorSimples ser o de produção textual, em qualquer fase, o usuário pode fazer intervenções e optar por melhorar o texto simplificado ou transcrito (SANTOS et al., 2009).

3.2 O PROJETO LIBROL

Outra ferramenta que trabalha a conversão de textos em Português para facilitar a compreensão dos deficientes auditivos é o LIBROL. O software reconhece e descarta as particularidades existentes no Português que não são encontradas nas sentenças em Libras, como artigos, preposições e interjeições. Para realizar esses descartes, ele realiza uma análise morfológica no texto original através da ferramenta MXPOST, que identifica e classifica a classe gramatical de cada termo dentro de uma sentença. Após remover os termos não existentes em Libras, o software exibe na mesma tela o texto original e o seu resultado transcrito em palavras do Português, mas obedecendo às regras estruturais de Libras (CARVALHO et al., 2013).

O LIBROL também dispõe de uma base de dados com palavras em Português relacionadas com sinônimos simplificados que podem ser utilizados na Libras. A ferramenta permite que o usuário possa alimentar essa base de dados a partir de sugestões de melhorias de tradução. Para avaliar se os textos convertidos pelo LIBROL melhoram a compreensão pelos surdos, foi realizado um experimento para mensurar a compreensão de textos jornalísticos aplicados a estudantes surdos. Os resultados mostraram que a compreensão dos textos gerados pelo sistema é mais fácil do que em Português, porém mais difícil do que em Libras (SILVA et al., 2014).

3.3 O PROJETO PULO

No grupo dos projetos de tradução de Português para uma representação escrita de Libras, a versão experimental do sistema PULO (Portuguese-UNL-LIST deOralizer) permite realizar a tradução de Português para uma representação escrita da Libras chamada LIST (Libras Script for Translation). O PULO utiliza o paradigma de tradução automática por Interlândia, que utiliza a UNL (Universal Networking Language) para fazer a ligação entre o Português e a LIST. A UNL é uma linguagem formal declarativa projetada especificamente para representar dados semânticos extraídos de textos em linguagem natural. Pode ser vista como uma proposta de língua intermediária para traduções, também chamada de interlândia, para qual todas as línguas podem ser traduzidas (UCHIDA; ZHU, 2001). Como já mencionado, a ferramenta PULO apresenta as traduções no formato de textos escritos em LIST, que correspondem a palavras simplificadas em Português, adicionadas de caracteres especiais e marcações que buscam simular a estrutura de sentenças em Libras (MARTINS et al., 2005).

3.4 O SSLMT - STATISTICAL SIGN LANGUAGE MACHINE TRANSLATION: FROM ENGLISH WRITTEN TEXT TO AMERICAN SIGN LANGUAGE GLOSS

Esse trabalho é produzido por uma equipe da Universidade de Tunis, na Tunísia. Nele foi desenvolvido uma ferramenta de tradução automática, da língua inglesa para a língua americana de sinais, ASL (American Sign Language) (OTHMAN; JEMNI, 2011). A estratégia usada é a da tradução automática estatística baseada em corpus, em conjunto com a métrica de distância de Jaro-Winkler, um algoritmo que mede a similaridade entre duas palavras. Esse algoritmo é aplicado na fase final do processo da tradução estatística, onde é realizado o alinhamento entre as frases da língua fonte e da língua alvo (OTHMAN; JEMNI, 2011). As contribuições desse trabalho são: a viabilidade de se construir um corpus linguístico paralelo entre Inglês e ASL, duas linguagens de modalidade diferentes; e a utilização do paradigma de TA estatística em conjunto com um algoritmo que define as correlações entre os caracteres das palavras a serem traduzidas.

3.5 O CLAWS

O CLAWS é uma ferramenta de leitura digital para apoiar a interação de surdos com páginas Web, desenvolvida pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP. Instalada como um complemento ao navegador Web, ela é composta por diversos recursos que auxiliam o usuário surdo a compreender palavras contidas em textos de páginas Web (MARTINS, 2012).

O CLAWS propõe um mecanismo de tradução direta composto por um dicionário onde cada palavra pode ser descrita ou explicada através de imagens, vídeos em Libras, legendas em língua portuguesa e através de um avatar animado em 3D. Um recurso importante que o torna uma ferramenta de trabalho colaborativo é a possibilidade da gravação e do compartilhamento de vídeos em Libras de palavras e termos encontrados durante a navegação, mas que ainda não foram traduzidos. Esse compartilhamento é realizado entre os usuários que utilizam essa ferramenta, porém existe ainda a possibilidade de que intérpretes de Libras se cadastrem e vendam seus vídeos com um sinal e a explicação de um determinado termo (MARTINS, 2012).

3.6 QUADRO COMPARATIVO

Todos os trabalhos apresentados possuem semelhanças com o nosso projeto. No entanto, com exceção do LIBROL, nenhum dos trabalhos relatam estudos que envolvem a experiência de leitura por pessoas surdas com os resultados produzidos por suas ferramentas. Mesmo assim, a partir do que foi descrito em seus textos, o projeto LIBROL não menciona algumas informações vitais sobre a sua pesquisa, tais como, o desenho do experimento, o número e o perfil dos sujeitos envolvidos na pesquisa. Portanto, não foi possível realizar uma avaliação mais profunda dessas ferramentas em relação aos benefícios da leitura de textos escritos adaptados para os leitores surdos. Como veremos no Capítulo 6, como resultado do nosso experimento, conseguimos perceber que uma parcela de nossos leitores, especialmente aqueles que tinham menos experiência com a leitura de Português escrito, obtiveram um melhor benefício com o uso da notação glosa.

Outro diferencial do STAUT-Reader está no nível da análise gramatical realizada nas sentenças em Português, e no poder de criação de regras de transferências que podem ser aplicadas para realizar as traduções. Como veremos no Capítulo 4, o STAUT-Reader consegue não apenas obter a classificação morfológica dos termos, mas também identificar qual é a função sintática que cada termo possui dentro de uma sentença. As regras de transferências utilizam ambas as informações para realizar a ponte entre Português e Libras. Na tabela 1 apresentamos um quadro comparativo entre os trabalhos aqui apresentados em relação ao STAUT-Reader.

Tabela 1 – Quadro Comparativo

Ferramenta	Formato de Saída	Paradigma de TA	Abordagem	Validação com Surdos
PorSimples	Português Simplificado	TA baseada em Corpus	Estatística	Não
LIBROL	Português Simplificado	TA baseada em Regras	Transferência Morfológica	Sim
PULO	Português Simplificado	TA baseada em Regras	Interlíngua	Não
CLAWS	Português Simplificado	TA baseada em Regras	Tradução Direta	Não
SSLMT	Notação Glosa ASL	TA baseada em Corpus	Estatística	Não
STAUT-Reader	Notação Glosa Libras	TA baseada em Regras	Transferência Morfossintática	Sim

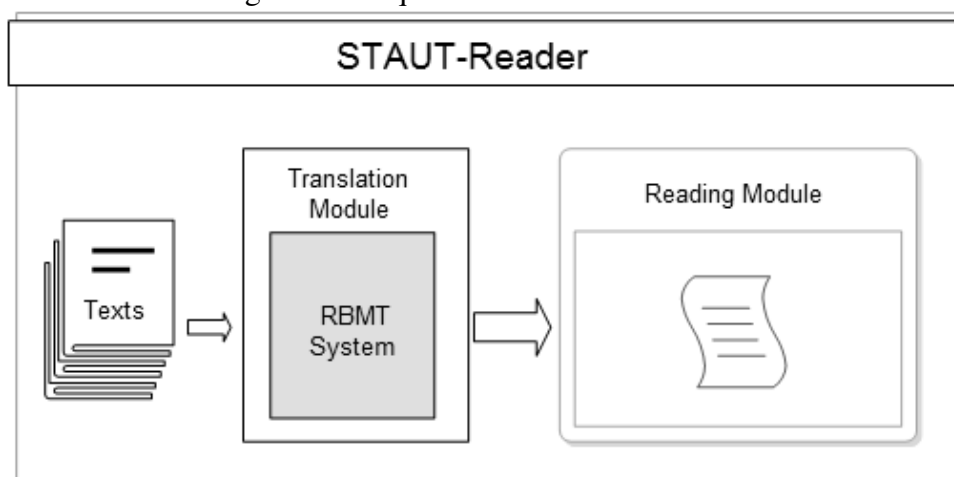
4 O STAUT-READER

Nesta seção apresentaremos o protótipo do STAUT-Reader. Descrevemos os seus módulos e como eles funcionam em conjunto para realizar a tradução de Português para notação glosa.

4.1 A ARQUITETURA DO STAUT-READER

O STAUT-Reader possui dois módulos principais em sua arquitetura: o módulo de tradução e o módulo de leitura. O módulo de tradução é um sistema de tradução automática responsável por receber sentenças de entrada escritas em Português e traduzi-las para notação glosa. O módulo de leitura é responsável por exibir os textos traduzidos através de uma interface que ajude a leitura de alunos surdos. A Figura 2 ilustra a arquitetura básica do STAUT-Reader.

Figura 2 – Arquitetura do STAUT-Reader.

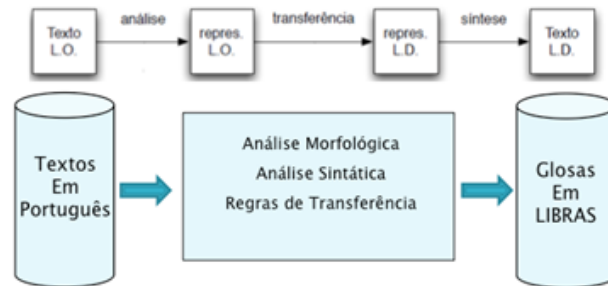


4.1.1 O Módulo de Tradução

O módulo de tradução é um sistema de Tradução Automática Baseada em Regras (TABR) de transferência, que utiliza a estrutura linguística das línguas envolvidas no processo de tradução (BHATTACHARYYA, 2015). Sua abordagem envolve a ligação das estruturas das frases de entrada e saída através de um analisador morfossintático, um conjunto de regras de transferência, e um gerador de sentenças de saída para a língua-alvo. Para isso, esse módulo possui três componentes básicos: um analisador morfossintático (AMS), um banco de dados de regras (BDR), e um gerador de sentenças de saída (GSS). A Figura 3 ilustra de forma simplificada

o funcionamento do módulo de tradução.

Figura 3 – Módulo de Tradução



O analisador morfossintático (AMS) divide o texto completo em sentenças separadas e, para cada uma delas, cria uma representação intermediária que descreve a sua estrutura morfológica e sintática. Para realizar a análise morfossintática, o motor do AMS utiliza o parser PALAVRAS (BICK, 2000), que está disponível como um serviço gratuito para fins de pesquisa, através do framework CG-3 (DENMARK., 2015). Esse analisador realiza uma análise de frases escritas em Português e oferece, como o resultado de saída, os termos originais, etiquetados de acordo com sua classificação gramatical e semântica. A figura 4 apresenta o resultado da análise morfossintática realizada pelo PALAVRAS sobre o texto "Pedro comeu pizza".

Figura 4 – Análise realizada pelo PALAVRAS.

```

"<Pedro>"
    "Pedro" <hum> PROP M S @SUBJ>
"<comeu>"
    "comer" <vt> <fmc> V PS 3S IND VFIN @FMV
"<pizza>"
    "pizza" <food-c-h> N F S @<ACC
"<$.>"
  
```

Como é possível verificar, o parser PALAVRAS retorna uma análise completa do texto submetido, incluindo a forma básica das palavras (lexemas), etiquetas indicando a sua categoria léxica, como: **PROP** para nomes próprios, **V** para verbos e **PS** indicando o tempo verbal no passado simples. Também retorna um conjunto de marcações indicando a função sintática de cada termo, por exemplo: @<**SUBJ**> indicando o sujeito da frase, e @<**ACC** para objeto direto. O PALAVRAS também realiza uma análise semântica de cada termo, incluindo

marcações como: <hum>, para indicar que a palavra "Pedro" refere-se a um nome de um humano.

As regras de transferência são normalmente mecanismos de transformação estrutural das sentenças envolvidas nas traduções (BHATTACHARYYA, 2015). Sabendo disso, construímos o BDR, um mecanismo para definir e armazenar um conjunto de regras que poderão ser lidas através de uma arquivo texto separado. As regras são descritas como Gramáticas livres de contexto (GLCs). Cada regra-STAUT tem sua própria gramática e representa a estrutura sintática e morfológica de uma sentença Português. O alfabeto ou os terminais Σ utilizados para descrever cada GLC consistem num conjunto das marcações e etiquetas morfológicas e sintáticas fornecidas pela análise realizada pelo PALAVRAS. Além disso, ele usa um conjunto de etiquetas gramaticais descritas com os seguintes delimitadores "<" ">", para representar os símbolos não-terminais. A Figura 5 apresenta um exemplo de uma regra simples do STAUT-Reader.

Figura 5 – Exemplo de uma regra simples do STAUT-Reader.

```

R-1
<S> = <NP> <VP> ;
<NP> = <N> ;
<VP> = <V> | <V> <N> ;
<N> = PROPMS@SUBJ> | NFS@<ACC ;
<V> = VPS3SINDVFIN@FMV ;

<TRANSF> = PROPMS@SUBJ> NFS@<ACC VPS3SINDVFIN@FMV;
-----

```

Como se pode ver, a primeira linha de cada regra define o seu nome, por exemplo **R-1**. Em seguida temos um conjunto de regras de produção, seguido por uma linha em branco, e uma regra de produção final definido pelo terminal <**TRANSF**>, que indica uma regra de transferência. Por fim, temos uma linha tracejada indicando o fim da regra. Como veremos na seção seguinte, a regra de transferência indica uma estrutura de produção, o que corresponde a um texto traduzido para notação glosa. Vale salientar que a ideia subjacente a construção de um banco de dados independente das regras é que novas regras possam ser adicionadas ou estendidas pelos usuários do STAUT-Reader.

O gerador de sentenças de saída (GSS) é responsável pela ligação das estruturas resultantes geradas pelo AMS com as regras descritas pela base de dados. Dada a estrutura de saída gerada pelo AMS como uma cadeia de entrada, o GSS verifica todas as regras gramaticais definidas no banco de dados regras e tenta realizar o *parsing* para cada uma delas. Seu algoritmo

de análise determina se a cadeia de entrada é uma linguagem válida para pelo menos uma gramática definida na base de dados. Em caso de sucesso, o GSS usa a regra de transferência definida pelo terminal <TRANSF> no final da gramática. Depois disso, ele executa uma nova verificação no banco de dados de regras e tenta validar a nova sequência com alguma outra regra até que nenhuma outra regra seja aceita. A Figura 6, demonstra um exemplo de uma cadeia de entrada que foi aceita pela segunda regra e o resultado de saída descrito pela regra de transformação.

Figura 6 – Exemplo de uma cadeia de entrada aceita

```

INPUT: PEDRO[PROPMS@SUBJ] COMEU[VPS3SINDVFIN@FMV] UMA[DETFS@>N] PIZZA[NFS@<ACC].

R-1
<S> = <NP> <VP> ;
<NP> = <N> ;
<VP> = <V> | <V> <N> ;
<N> = PROPMS@SUBJ | NFS@<ACC ;
<V> = VPS3SINDVFIN@FMV ;

<TRANSF> = PROPMS@SUBJ NFS@<ACC VPS3SINDVFIN@FMV;
-----

R-2
<S> = <NP> <VP> ;
<VP> = <V> | <V> <N> ;
<NP> = <DET> <N> ;
<DET> = DETMS@>N ;
<N> = PROPMS@SUBJ | NFS@<ACC ;
<V> = VPS3SINDVFIN@FMV ;

<TRANSF> = PROPMS@SUBJ NFS@<ACC VPS3SINDVFIN@FMV;
-----

OUTPUT: P-E-D-R-O PIZZA COMER.

```

O GSS implementa um analisador LL(1), um algoritmo de análise sintática **descendente** que analisa, a partir do símbolo inicial, a cadeia de elementos pelo acompanhamento dos passos por meio de uma derivação mais à esquerda (LOUDEN, 1997). A análise sintática LL(1) só pode ser realizada em linguagens descritas por gramáticas do tipo LL(1), um caso especial de GLCs que não possuem ambiguidade em suas produções, e que não geram recursividade a esquerda (LOUDEN, 1997). Portanto, se necessário, o GSS aplica duas técnicas para reescrever a gramática original, a fim de transformá-la numa gramática LL(1) equivalente, que são: a remoção da recursão à esquerda e a fatoração à esquerda. No caso de não existir uma gramática LL(1) equivalente, a regra será ignorada e uma mensagem de alerta será enviada indicando que a regra precisa ser reescrita. Além disso, ele possui um analisador léxico que valida se as regras

foram escritas de forma correta. O algoritmo1 demonstra no formato de um pseudo-código o funcionamento do GSS.

Algoritmo 1: Algoritmo do Gerador de Sentenças de Saída

Entrada: Cadeia com as etiquetas obtidas a partir da análise do AMS

Saída: Texto em Notação Glosa

início

 Inicialização;

 Acessar BD de regras;

repita

 Passo 1: Ler próxima regra do BD;

se *Regra atual possuir estrutura inválida* **então**

 Emitir aviso indicando que a regra foi escrita de forma errada;

 Ir para o Passo 1;

fim

se *Regra atual não for uma gramática LL(1)* **então**

 Transformar regra atual em uma gramática LL(1);

se *Regra atual não for uma gramática LL(1)* **então**

 Emitir aviso para reescrever a regra atual;

 Ir para o Passo 1;

fim

fim

 Realizar análise sintática descendente LL(1);

se *A cadeia de entrada for aceita pela regra atual* **então**

 Aplicar regra de transformação;

fim

 Ir para o Passo 1;

até *Chegar à ultima regra do BD*;

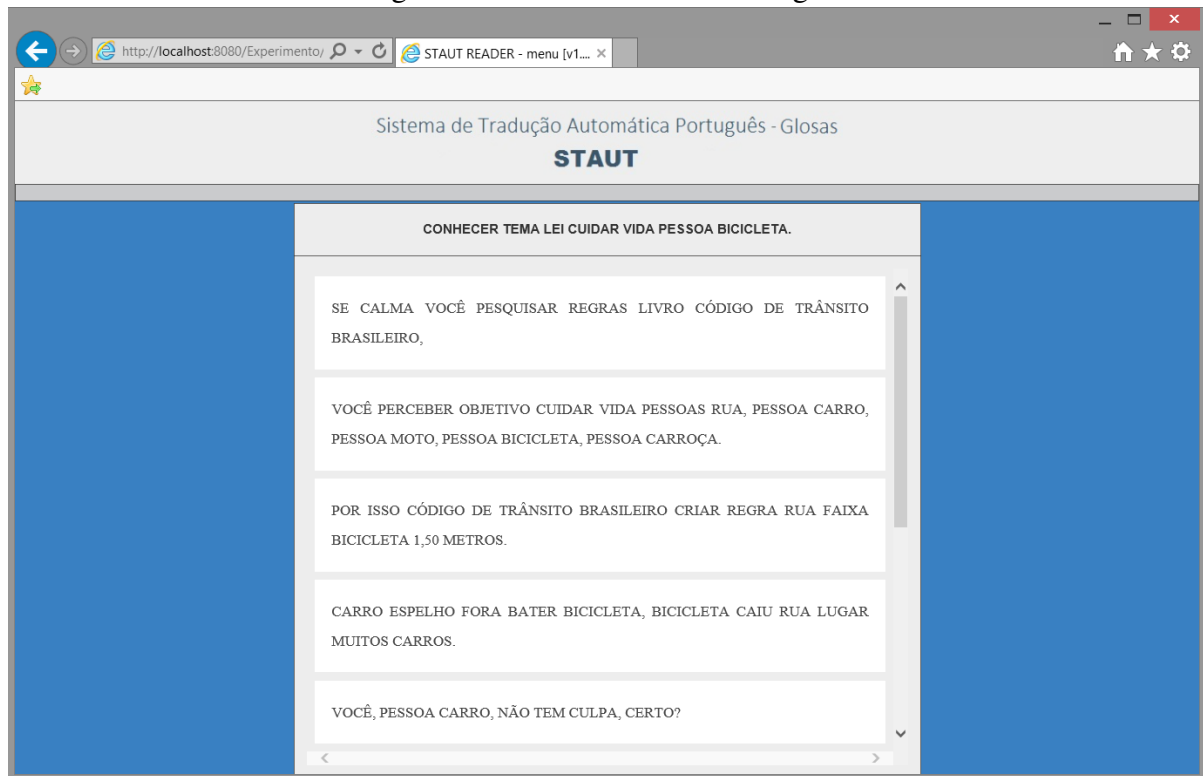
fim

4.1.2 O Módulo de Leitura Digital

A interface de leitura do STAUT-Reader foi desenvolvida como um módulo aparte do módulo de tradução. O objetivo dessa arquitetura foi o de dividir as responsabilidades do sistema em módulos separados que possam ser mantidos independentemente. O módulo de

leitura digital é portanto responsável pela interface de usuário do STAUT-Reader. É onde os alunos surdos podem submeter seus textos em Português, e recuperá-los de volta em notação glosa, por meio de uma interface Web. Na figura 7 apresentamos o painel de leitura, onde os alunos podem ler os seus textos já traduzidos.

Figura 7 – O módulo de leitura digital



Embora funcional, o módulo de leitura ainda está em desenvolvimento, uma vez que a nossa investigação continua a buscar novos recursos para usar junto com a notação glosa. Além disso, como consequência do baixo acoplamento de seus módulos, o STAUT-Reader permite que outras versões do módulo de leitura digital possam ser criadas para diferentes dispositivos. O objetivo é o de aproveitar os recursos específicos da cada plataforma para melhorar a experiência de leitura. Como veremos no Capítulo 7, apresentamos na seção 7.3 referente aos trabalhos futuros, novas oportunidades de desenvolvimento para o módulo de leitura digital do STAUT-Reader.

5 DESENHO DO EXPERIMENTO

Nesta seção apresentamos o desenho do experimento realizado para avaliarmos o impacto do uso dos textos em notação glosa produzidos pela ferramenta STAUT-Reader sobre a capacidade de interpretação, aprendizagem e retenção das informações no processo de leitura por estudantes surdos. O objetivo é medir o efeito das glosas geradas pelo STAUT-Reader, nas dificuldades percebidas e efetivas contidas nos textos (LEROY et al., 2013). Os textos utilizados foram retirados de questões de simulados do ENEM fornecidos pela Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC, 2014).

5.1 O DESENHO DO EXPERIMENTO

Objetivo Geral: Validar o uso de notação glosa para surdos através da dificuldade efetiva ou real, e a dificuldade percebida de textos escritos em Português em comparação com notação glosa, durante a leitura.

Objetivos Específicos:

- **Objetivo 1:** Comparar a leitura por estudantes surdos de textos escritos em Língua Portuguesa (Cenário 1); e em notação glosa (Cenário 2).
- **Objetivo 2:** Avaliar se o uso da notação glosa diminui a dificuldade percebida e a dificuldade efetiva dos textos durante a leitura pelos estudantes surdos.

Hipótese Geral: Com a utilização dos textos em notação glosa produzidos pelo STAUT-Reader, os alunos terão menor dificuldade para compreender e aprender as informações contidas nos textos. Ao final os alunos ainda terão melhor retenção das informações lidas nos textos. A notação glosa cria uma melhor oportunidade de interpretação, aprendizado e retenção das informações contidas nos textos.

Hipóteses Específicas:

- **Hipótese específica 1:** O uso da notação glosa diminui a dificuldade percebida dos textos.
- **Hipótese específica 2:** O uso da notação glosa diminui a dificuldade real ou efetiva dos textos, melhorando o processo de interpretação dos participantes. O número de questões corretas na avaliação será maior quando os textos forem lidos em notação glosa.
- **Hipótese específica 3:** O uso da notação glosa diminui a dificuldade real ou efetiva dos textos, melhorando o processo de aprendizagem e retenção das informações contidas nos textos pelos participantes. O número de questões corretas na avaliação será maior quando

os textos forem lidos em notação glosa.

5.1.1 Metodologia:

O Perfil dos Participantes: O experimento foi realizado com 20 participantes surdos com idades entre 23 e 45 anos. Todos são alfabetizados em Libras, e possuem pelo menos o nível médio. Na tabela 2 apresentamos o perfil dos 20 participantes.

Gênero	Masculino	Feminino
	8	12
Grau de Escolaridade	Nível Médio	Nível Superior
	8	12
Oralizados e Não-Oralizados	Oralizados	Não-Oralizados
	15	5

Tabela 2 – O Perfil dos Participantes

De acordo com Torres (TORRES et al., 2007), os surdos oralizados são aqueles que possuem mais habilidades com as línguas orais, em comparação com aqueles não-oralizados, cujas habilidades verbais são quantitativamente e qualitativamente inferiores. Além disso, os surdos oralizados conseguem realizar a leitura labial e identificam-se mais com o mundo dos ouvintes. Por outro lado, os surdos não-oralizados usam a língua de sinais como primeira língua e são mais fortemente incorporados na comunidade surda.

Divisão dos Grupos: Cada participante acessou um sistema automatizado onde os textos e perguntas são apresentadas. Aleatoriamente, cada participante, ao acessar o sistema, será alocado em um de dois grupos: A ou B. Ao final, cada grupo contava com 10 participantes.

Realização das Provas: Nosso experimento foi dividido em 3 etapas.

- **Fase 1: Avaliar a dificuldade percebida de dez (10) frases curtas por meio de preenchimento de um questionário na escala Likert**
 - Cada participante realizou a leitura de dez (10) sentenças, onde metade delas será apresentada em Português e a outra metade em notação glosa. De acordo com a dificuldade percebida em cada frase, os participantes classificaram o entendimento delas como: 1 - muito fácil, 2 - fácil, 3 - médio, 4 - difícil, e 5 - muito difícil.
 - Os participantes do grupo A realizaram a leitura das sentenças pares em notação glosa e das ímpares em Português.
 - Os participantes do grupo B realizaram a leitura das sentenças pares em Português e das ímpares em notação glosa.

- **Fase 2: Avaliar a dificuldade real ou efetiva através da interpretação e compreensão de dois (2) textos, medida por meio de questionários de múltipla escolha.**
 - Cada participante realizou a leitura de dois (2) textos: um deles em Português e o outro em notação glosa.
 - Após a leitura de cada texto, o participante, consultando o texto, responde um questionário de múltipla escolha com 5 perguntas traduzidas por videos em Libras.
 - Os participantes do grupo A realizaram a leitura do primeiro texto em notação glosa e do segundo em Português.
 - Os participantes do grupo B realizaram a leitura do primeiro texto em Português e do segundo em notação glosa.
- **Fase 3: Avaliar a dificuldade real ou efetiva através da aprendizagem e retenção das informações de dois (2) textos, medida por meio de questionários de múltipla escolha.**
 - Cada participante realizou a leitura de dois (2) textos: um deles em Português e o outro em notação glosa.
 - Após a leitura de cada texto, o participante, sem acesso ao texto, respondeu um questionário de múltipla escolha com 5 perguntas.
 - Os participantes do grupo A realizaram a leitura do primeiro texto em notação glosa e do segundo em Português.
 - Os participantes do grupo B realizaram a leitura do primeiro texto em Português e do segundo em notação glosa.

Questionários

1. Aplicamos um questionário pré-teste, com o objetivo de coletar informações sobre o perfil dos participantes.

Variáveis de Conceito:

- A média das avaliações na escala *Likert* para a Fase 1.
- A quantidade de respostas corretas para as Fases 2 e 3.

Observações:

- Submetemos os dados obtidos ao teste paramétrico de análise de variância *One-Way ANOVA*, com intervalo de confiança de 95%, a fim de verificar se as médias de respostas corretas diferem de forma significativa.

6 RESULTADOS

Nesta seção apresentamos os resultados do experimento realizado onde avaliamos as dificuldades percebidas e efetivas dos textos através da capacidade de interpretação, aprendizagem e retenção das informações contidas nesses textos. Como foi dito antes, os textos foram apresentados em notação glosa e em Português para estudantes surdos.

6.1 RESULTADOS SOBRE A DIFICULDADE PERCEBIDA DOS TEXTOS

Na Fase 1, foi avaliada a dificuldade percebida dos textos. De acordo com os grupos em que os participantes foram alocados, as 10 sentenças foram apresentadas de forma randomizada em duas versões: 5 delas em Português e as outras 5 no formato de notação glosa. Solicitamos que os participantes avaliassem as versões usando a escala *Likert* de 5 pontos, classificando a dificuldade percebida das frases como: 1 - muito fácil, 2 - fácil, 3 - médio, 4 - difícil, e 5 - muito difícil. Como resultados obtidos, independente do perfil dos participantes, para todas as sentenças, as versões escritas em glosa foram mais bem avaliadas, do que as versões em Português. Na Tabela 3 apresentamos os resultados:

Tabela 3 – Médias das Avaliações na Escala Likert da Fase 1

Versão das Frases	Média das avaliações na escala Likert
Frases em Português	4 - Difícil
Frases em Notação Glosa	2 - Fácil

6.2 RESULTADOS SOBRE A DIFICULDADE REAL OU EFETIVA DOS TEXTOS

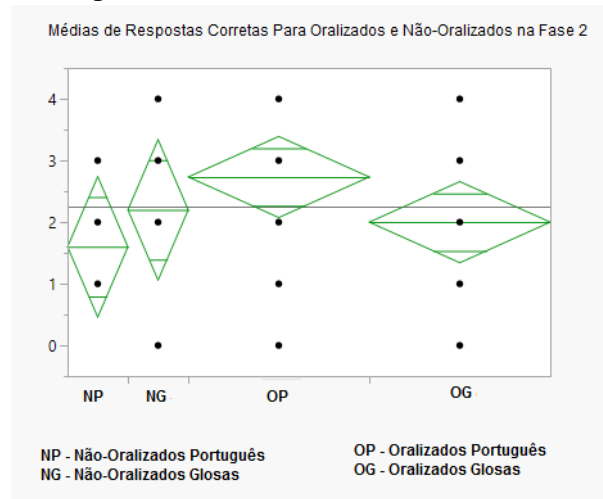
Na Fase 2, avaliamos a dificuldade efetiva ou real dos textos por meio da compreensão. Rodamos o teste One-way Anova, em um intervalo de confiança de 95%, com os dados coletados para os participantes oralizados e não-oralizados, e encontramos as médias de respostas corretas apresentadas na Tabela 4:

Tabela 4 – Médias de Respostas Corretas Para Oralizados e Não-Oralizados na Fase 2

Perfil	Quantidade	Médias	Desvio-padrão	Abaixo 95%	Acima 95%
Não-Oralizados Português	5	1.60000	0.56240	0.4594	2.7406
Não-Oralizados Glosas	5	2.20000	0.56240	1.0594	3.3406
Oralizados Português	15	2.73333	0.32470	2.0748	3.3919
Oralizados Glosas	15	2.00000	0.32470	1.3415	2.6585

Como podemos ver, embora não exista um resultado estatisticamente significativo ($F_{3,40} = 0.2633, ns$), encontramos uma tendência que indica que a leitura em notação glosa pode beneficiar leitores não-oralizados. A Figura 8 demonstra graficamente essa tendência.

Figura 8 – Médias de Respostas Corretas Para Oralizados e Não-Oralizados na Fase 2



Na Fase 3, avaliamos a dificuldade real dos textos pelos sujeitos, através da aprendizagem e retenção de informações. Também rodamos o teste One-way Anova, em um intervalo de confiança de 95%, para os participantes oralizados e não-oralizados, e encontramos as medias de respostas corretas apresentadas na Tabela 5:

Tabela 5 – Médias de Respostas Corretas Para Oralizados e Não-Oralizados na Fase 3

Perfil	Quantidade	Médias	Desvio-padrão	Abaixo 95%	Acima 95%
Não-Oralizados Português	5	1.00000	0.48228	0.02189	1.9781
Não-Oralizados Glosas	5	1.60000	0.48228	0.62189	2.5781
Oralizados Português	15	1.26667	0.27844	0.70196	1.8314
Oralizados Glosas	15	1.46667	0.27844	0.70196	2.0314

Mais uma vez, observamos que não houve um resultado estatisticamente significativo ($F_{3,40} = 0.7869, ns$), mas também verificamos uma tendência nos resultados indicando que os leitores não-oralizados foram beneficiados como o uso das glosas. A Figura 9 demonstra graficamente essa inclinação.

A Figura 10 mostra os resultados referentes às Fases 2 e 3 em conjunto, que lida com a dificuldade efetiva ou real dos textos. Os resultados confirmam a inclinação de que o uso das glosas produzidas pelo STAUT-Reader podem beneficiar os leitores não-oralizados, nos quesitos de compreensão, aprendizagem e retenção das informações contidas nos textos.

Realizamos testes estatísticos para os diferentes perfis dos participantes em ambas

Figura 9 – Médias de Respostas Corretas Para Oralizados e Não-Oralizados na Fase 3

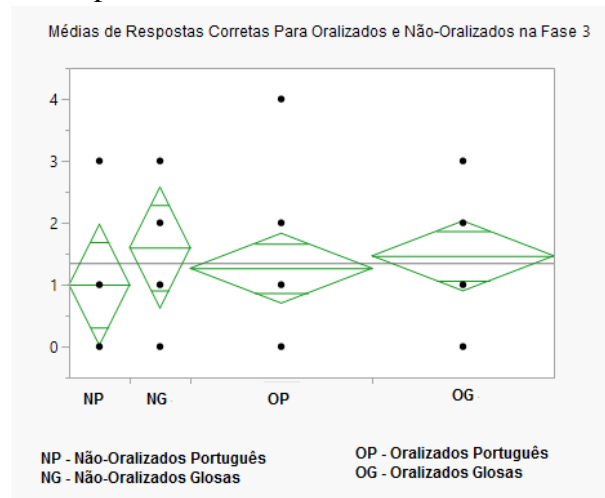
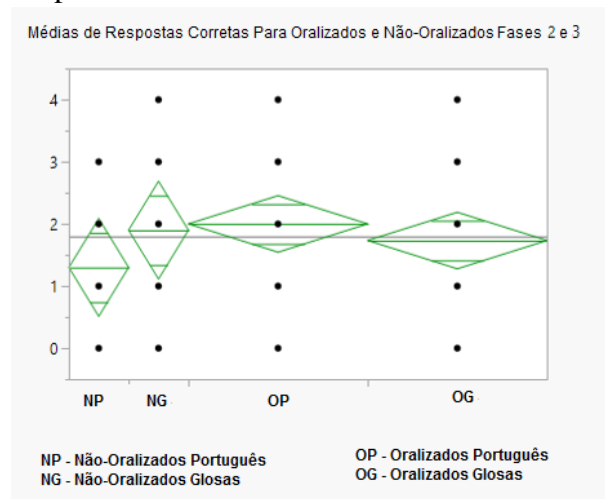


Figura 10 – Médias de Respostas Corretas Para o Oralizados e Não-Oralizados nas Fases 2 e 3



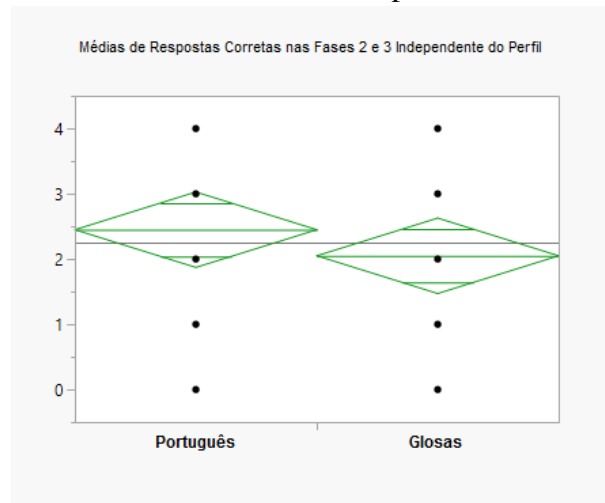
as Fases 2 e 3, tais como: o número total de respostas corretas independente do perfil dos participantes; e o número de respostas corretas pelo grau de escolaridade.

Na Tabela 6 e na Figura 11 apresentamos as médias obtidas referentes às fases 2 e 3 juntas para o número total de respostas corretas, independente do perfil dos participantes ($F_{3,40} = 0,9822, ns$). Apesar de também não encontrarmos um resultado estatisticamente significativo, podemos perceber graficamente que na Figura 11 não houve benefícios com a leitura por meio das glosas.

Tabela 6 – Médias de Respostas Corretas nas Fases 2 e 3 Independente do Perfil dos Participantes

Perfil	Quantidade	Médias	Desvio-padrão	Abaixo 95%	Acima 95%
Textos em Português	20	2.45000	0.28539	1.8723	3.0277
Textos em Glosas	20	2.05000	0.28539	1.4823	2.6277

Figura 11 – Médias de Respostas Corretas nas Fases 2 e 3 Independente do Perfil dos Participantes

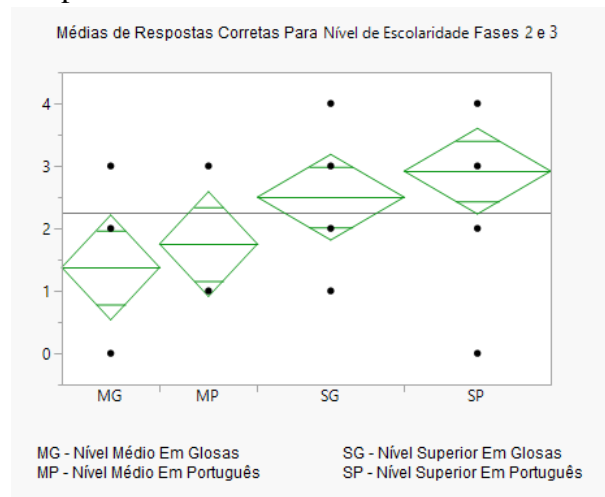


Na Tabela 7 e na Figura 12 apresentamos as médias obtidas referentes às fases 2 e 3 juntas para o número de respostas corretas classificadas de acordo com o nível de escolaridade dos participantes ($F_{3,40} = 3,4590, ns$). Mais uma vez, não encontramos um resultado estatisticamente significativo, porém percebemos graficamente pela Figura 12 que não houve benefícios com a leitura por meio das glosas.

Tabela 7 – Médias de Respostas Corretas nas Fases 2 e 3 Para Nível Médio e Nível Superior

Perfil	Quantidade	Médias	Desvio-padrão	Abaixo 95%	Acima 95%
Nível Médio Glosas	8	1.37500	0.41370	0.5360	2.2140
Nível Médio Português	8	1.75000	0.41370	0.9110	2.5890
Nível Superior Glosas	12	2.50000	0.33779	1.8149	3.1851
Nível Superior Português	12	2.91667	0.33779	2.2316	3.6017

Figura 12 – Médias de Respostas Corretas nas Fases 2 e 3 Para Nível Médio e Nível Superior



7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

7.1 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

Através das revisões bibliográficas, armados com técnicas de processamento de linguagem natural e com os conhecimentos sobre Libras, apresentamos o protótipo da nossa ferramenta, o STAUT-Reader. Avaliamos o impacto do uso de textos escritos em notação glosa sobre as atividades relacionadas à interpretação, aprendizagem e retenção das informações contidas nesses textos por leitores surdos. Mostramos que a leitura através das glosas parece criar mais oportunidades de entendimento para os surdos não-oralizados, enquanto prejudica a leitura de surdos oralizados. Verificamos também, que a leitura eletrônica, embora não seja a maneira preferida de leitura entre os leitores sem deficiência, apresenta-se como uma oportunidade no processamento e na apresentação das informações contidas nos textos, de forma a favorecer o leitor surdo.

Criar oportunidades para que os estudantes surdos tenham acesso à informações contidas nos vastos materiais e conteúdos existentes escritos em Português, ajudando-os a compreender e a reter essas informações, ainda é um desafio aberto. Sabemos que num cenário ideal, essas informações deveriam ser entregues sinalizadas em Libras, a língua natural dos surdos. Porém, a nossa proposta explorou o uso da tradução automática, em conjunto com uma técnica de escrita adaptada para esse público, a notação glosa. Acreditamos que traduzir textos para glosas trata-se de um processo menos complexo e custoso, e que representa um passo inicial na criação de uma representação intermediária, que venha a servir para realizar animações virtuais em Libras. Além disso, um leitor eletrônico, que favoreça o engajamento de estudantes surdos no processo de leitura, pode servir como uma ferramenta de letramento para os surdos não-oralizados, que já são fluentes em Libras, mas que queiram aprender melhor a Língua Portuguesa.

7.2 LIMITAÇÕES

Os resultados encontrados com o nosso experimento são promissores, porém pedem uma investigação mais aprofundada. Encontrar participantes para os nossos estudos foi um dos grandes desafios enfrentados durante a pesquisa. A realização de um estudo longitudinal, com um número maior de estudantes, nos daria uma melhor compreensão, a longo prazo, sobre os

benefícios da leitura em notação glosa para esses leitores.

Os componentes do módulo de tradução do STAUT-Reader provaram ser um mecanismo promissor, tendo sido possível realizar todas as traduções utilizadas nas diversas fases do nosso experimento. Porém, devido a falta de um conhecimento mais aprofundado das estruturas linguísticas das línguas envolvidas no processo de tradução, não conseguimos criar um banco de dados de regras de traduções robusto e extensível, capaz de realizar traduções de boa qualidade para textos inéditos.

7.3 TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros, que podem ser desenvolvidos com base no protótipo aqui apresentado, e assim dar continuidade ao trabalho realizado, podemos citar:

- Evoluir o módulo de leitura digital, através da investigação de novos recursos multimodais que possam ser utilizados em conjunto com os textos em notação glosa, a fim de diminuir o esforço cognitivo dos leitores surdos. Por exemplo: o aluno poderia ter acesso a um dicionário contendo vídeos em Libras dos termos traduzidos para glosa.
- Criar uma interface de usuário amigável para o banco de dados de regras (BDR), facilitando o processo de criação e definição das regras de tradução, para que os especialistas em Libras e Português possam expandir, de uma forma mais rápida, o conjunto de regras do STAUT-Reader.
- Evoluir o módulo de tradução do STAUT-Reader, para que este possa utilizar um paradigma híbrido de TA. Podendo utilizar, num primeiro momento, o paradigma de TA baseada em regras para a construção de corpus paralelo bilingue Português-Glosas, e em seguida o paradigma da TA estatística.
- A criação da versão mobile para o STAUT-Reader, que permita que o aluno surdo tenha seu caderno de anotações pessoal, onde ele possa realizar os estudos de seus textos traduzidos para glosas, salvá-los, adicionar notas pessoais através da gravação de vídeos, realizar marcações de conteúdos importantes, e compartilhar suas notas com outros leitores surdos.

REFERÊNCIAS

- AHO, A. V.; ULLMAN, J. D. **The Theory of Parsing, Translation, and Compiling**. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc., 1972. 542 p.
- ALLEN, J. **Natural Language Understanding (2Nd Ed.)**. Redwood City, CA, USA: Benjamin-Cummings Publishing Co., Inc., 1995. 654 p.
- ALUÍSIO, S. M.; GASPERIN, C. Fostering digital inclusion and accessibility: the porsimples project for simplification of portuguese texts. In: ASSOCIATION FOR COMPUTATIONAL LINGUISTICS. **Proceedings of the NAACL HLT 2010 Young Investigators Workshop on Computational Approaches to Languages of the Americas**. 2010. p. 46–53.
- AMARAL, W. M. do. **Sistema de transição da língua brasileira de sinais voltado à produção de conteúdo sinalizado por avatares 3D**. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas, 2012.
- BHATTACHARYYA, P. **Machine Translation**. : Boca Raton: Taylor & Francis, A CRC title, part of the Taylor & Francis imprint, a member of the Taylor & Franck, 2015. 260 p.
- BICK, E. **The parsing system "Palavras": Automatic grammatical analysis of Portuguese in a constraint grammar framework**. : Aarhus Universitetsforlag, 2000. 505 p.
- BIRD, S.; KLEIN, E.; LOPER, E. **Natural Language Processing with Python**. 1st. ed. : O'Reilly Media, Inc., 2009. 505 p.
- BRITO, L. F. **Por uma gramática de línguas de sinais**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1995. 273 p.
- BUNGEROT, J.; STEIN, D.; DREUW, P.; NEY, H.; MORRISSEY, S.; WAY, A.; ZIJL, L. van. The atis sign language corpus. **LREC 2008 - Sixth International Conference on Language Resources and Evaluation**, Marrakech, Morocco, May 2008.
- CARVALHO, R. S.; BRITO, J. O.; RODRIGUES, J. P.; SILVA, I. Q.; MATOS, P. F.; OLIVEIRA, C. R. S. de. Librol: Software tradutor de português para libras. **CSBC 2013 - XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**, Maceio, AL, Brasil, 2013.
- CHOMSKY, N. Three models for the description of language. **Information Theory, IRE Transactions on**, v. 2, n. 3, p. 113–124, September 1956. ISSN 0096-1000.
- DELL. Web Page, **Projeto LE@D Accessible Learning, Plataforma de Ensino a Distância da Dell adaptada para deficientes físicos e auditivos**. 2015. [Acesso em: 19 maio 2015]. Disponível em: <<http://projetolead.com.br/>>.
- DENMARK., U. of S. **VISL - Constraint Grammar**. 2015. [Acesso em: 19 maio 2015]. Disponível em: <http://beta.visl.sdu.dk/constraint/_grammar.html>.
- FELIPE, T. A. Libras em contexto: curso básico, livro do estudante cursista. **Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Especial**, 2001.
- GOLDFELD, M. **A criança surda: linguagem e cognição numa perspectiva sóciointeracionista**. : Plexus Editora, 1997. 172 p.

IBGE, I. B. de Geografia e E. **Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**. 2010.

IBRAHIMO, N. **Para uma Tradução Automática baseada em Conhecimento: especificação da modificação e da predicação adjetivall**. Tese (Doutorado) — Universidade de Lisboa, 2010.

KORAT, O.; SHAMIR, A. The educational electronic book as a tool for supporting children's emergent literacy in low versus middle ses groups. **Computers & Education**, Elsevier, v. 50, n. 1, p. 110–124, 2008.

LEROY, G.; ENDICOTT, J. E.; KAUCHAK, D.; MOURADI, O.; JUST, M. User evaluation of the effects of a text simplification algorithm using term familiarity on perception, understanding, learning, and information retention. **Journal of medical Internet research**, JMIR Publications Inc., v. 15, n. 7, 2013.

LIDDELL, S. K.; JOHNSON, R. E. American sign language: The phonological base. **Sign language studies**, Gallaudet University Press, v. 64, n. 1, p. 195–277, 1989.

LOUDEN, K. C. **Compiler Construction: Principles and Practice**. Boston, MA, USA: PWS Publishing Co., 1997. 592 p.

LUCCAS, M. R. Z.; CHIARI, B. M.; GOULART, B. N. G. d. Reading comprehension of deaf students in regular education. **Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, SciELO Brasil, v. 24, n. 4, p. 342–347, 2012.

MANGEN, A.; WALGERMO, B. R.; BRØNNICK, K. Reading linear texts on paper versus computer screen: Effects on reading comprehension. **International Journal of Educational Research**, Elsevier, v. 58, p. 61–68, 2013.

MARTINS, R.; PELIZZONI, J.; HASEGAWA, R. Pulo-para um sistema de tradução semi-automática português-libras. In: **CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO**. 2005. v. 25.

MARTINS, S. J. O. **CLAWS: uma ferramenta colaborativa para apoio à interação de surdos com páginas da web**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2012.

MEC, M. d. E. d. B. Saberes e práticas da inclusão: desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de alunos surdos. **MEC, Secretaria de Educação Especial**, MEC, Secretaria de Educação Especial Brasília, 2006.

OLIVEIRA, F. B. Desafios na inclusão dos surdos eo intérprete de libras. **Revista Diálogos & Saberes**, v. 8, n. 1, 2012.

OMS, O. M. da S. **Report of International Ear Care Day held in WHO HQ, Geneva, Switzerland 3 March 2013**. 2013.

OTHERO, G. de Á. Linguística computacional: uma breve introdução. **Letras de Hoje—Estudos e debates em linguística, literatura e língua portuguesa**, v. 41, n. 2, 2006.

OTHMAN, A.; JEMNI, M. Statistical sign language machine translation: from english written text to american sign language gloss. **arXiv preprint arXiv:1112.0168**, 2011.

QUADROS, R. M. de. **Educação de surdos: a aquisição da linguagem**. : Artmed, 1997. 126 p.

QUADROS, R. M. de. Aspectos da tradução da língua portuguesa para a língua de sinais brasileira. **I Congresso Nacional de Pesquisa em Tradução e Interpretação de Língua de Sinais Brasileira**, Florianópolis, SC, 2008.

QUADROS, R. M. de; KARNOPP, L. B. **Língua de sinais brasileira: estudos lingüísticos**. : Artmed, 2007. 222 p.

QUADROS, R. M. de; SCHMIEDT, M. L. **Idéias para ensinar português para alunos surdos**. Brasília: MEC, Secretaria de Educação do Estado de Sao Paulo, 2006. 119 p.

QUEK, F.; ELGLALY, Y.; OLIVEIRA, F. Supporting learning for individuals with visual impairment. In: IEEE. **Multimedia and Expo Workshops (ICMEW), 2013 IEEE International Conference on**. 2013. p. 1–6.

RAMOS, M. V. M.; NETO, J. J.; VEJA, Í. S. **Linguagens Formais: teoria, modelagem e implementação**. : Bookman, 2009. 649 p.

SANTOS, G. S.; SILVEIRA, M. S.; ALUÍSIO, S. M. Produção de textos paralelos em língua portuguesa e uma interlíngua de libras. **Proceedings of XXXVI Seminário Integrado de Software e Hardware-SEMISH**, v. 9, p. 371–385, 2009.

SCHNEPS, M. H.; THOMSON, J. M.; CHEN, C.; SONNERT, G.; POMPLUN, M. E-readers are more effective than paper for some with dyslexia. **PloS one**, Public Library of Science, v. 8, n. 9, p. e75634, 2013.

SEDUC. **Secretaria de Educação do Estado do Ceara**. 2014. [Acesso em: 19 maio 2015]. Disponível em: <<http://rumoauniversidade.seduc.ce.gov.br/>>.

SILVA, I. Q.; MATOS, P. F.; OLIVEIRA, C. F.; LEITE, T. C.; TAVARES, K. S.; SILVA, B. C. Avaliação da compreensão de textos jornalísticos em português, em librol e em libras por estudantes surdos. **ENCompIF - II Encontro Nacional de Computação dos Institutos Federais**, Brasília, DF, Brasil, 2014.

SIPSER, M. **Introduction to the Theory of Computation**. 1st. ed. : International Thomson Publishing, 1996. 458 p.

SOMERS, H. Machine translation: latest developments. **The Oxford Handbook of Computational Linguistics**. Ed. University Press. Oxford, p. 512–528, 2003.

SPECIA, L.; RINO, L. **Introdução aos Métodos e Paradigmas de Tradução Automática. Série de Relatórios Técnicos do NILC**. 2002.

STOKOE, W. C. Sign language structure: An outline of the visual communication systems of the american deaf. **Journal of deaf studies and deaf education**, Oxford Univ Press, v. 10, n. 1, p. 3–37, 2005.

SUTTON, V. Signwriting: On the occasion of its 25th anniversary november 1999. **Sign Language & Linguistics**, v. 2, n. Issue 2, p. 271–282, 1999.

TORRES, E. F.; MAZZONI, A. A.; MELLO, A. G. d. Nem toda pessoa cega lê em braille nem toda pessoa surda se comunica em língua de sinais. **Educação e Pesquisa**, SciELO Brasil, v. 33, n. 2, p. 369–386, 2007.

UCHIDA, H.; ZHU, M. The universal networking language beyond machine translation. In: **International Symposium on Language in Cyberspace, Seoul**. 2001. p. 26–27.

VAUQUOIS, B. A survey of formal grammars and algorithms for recognition and transformation in mechanical translation. In: **IFIP Congress-68 (Edinburgh)**. 1968. v. 68, p. 254–260.

VAUQUOIS, B. Automatic translation: A survey of different approaches. **Readings in machine translation**, p. 333–337, 2003.

VIEIRA, R.; LIMA, V. L. Lingüística computacional: princípios e aplicações. In: **Anais do XXI Congresso da SBC. I Jornada de Atualização em Inteligência Artificial**. 2001. v. 3, p. 47–86.

XAVIER, A. N. **Descrição fonético-fonológica dos sinais da Língua de Sinais Brasileira (LSB/Libras)**. Tese (Doutorado) — Dissertação de mestrado em Linguística. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH)-USP, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Experimento: Fase 1

Massacre do Charlie Hebdo foi um atentado terrorista que atingiu o jornal satírico francês Charlie Hebdo em 7 de janeiro de 2015, em Paris, resultando em doze pessoas mortas e cinco feridas gravemente.

TEMA TIROTEIO "C-H-A-R-L-I-E H-E-B-D-O" O-QUE? LUGAR JORNAL FRANCÊS DEBOCHAR NOME "CHARLIE HEBDO" DIA 7 JANEIRO ANO 2015 CIDADE CAPITAL-FRANÇA O-QUE? GRUPO IR VIOLÊNCIA ACONTECER PESSOAS 12 MORRER MAIS 5 DOR GRAVE.

O Papa Francisco defendeu o direito de expressão, mas disse ser errado provocar os outros ao insultar a religião alheia.

PAPA NOME F-R-A-N-C-I-S-C-O DEFENDER DIREITO EXPRESSAR, MAS FALAR OUTRO INDIVÍDUO R-E-L-I-G-I-Ã-O DELE PROVOCAR OFENDER ERRADO.

Ganhadores da loteria deixaram de resgatar R\$ 270,5 milhões em prêmios em 2014, segundo a CEF (Caixa Econômica Federal).

"C-A-I-X-A E-C-O-N-Ô-M-I-C-A" FEDERAL DIVULGAR INDIVÍDUO LOTERIA GANHAR, RECEBER-NÃO DINHEIRO 270 MILHÃO REAIS ANO 2014.

A Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza (Etufor) anunciou o reajuste de 9,09% nas passagens de ônibus, passando a custar R\$ 2,40.

EMPRESA TRANSPORTE FORTALEZA NOME "E-T-U-F-O-R" DIVULGAR ONIBUS PAGAR DINHEIRO 9% AUMENTAR, PREÇO 2,40 REAIS VAI PAGAR.

Nota 1.000 no Enem, cearense estuda até 10 horas por dia e sonha em ser médico.

ALUNO CEARÁ ENEM NOTA 1000, ALUNO ESTUDAR TODO-DIA 10 HORAS PORQUE SONHAR PROFISSÃO MÉDICO FORMAR.

Arqueólogos no Egito descobriram o túmulo de uma rainha, que pode ser a mãe ou esposa do faraó Neferefre, que governou há 4,5 mil anos.

A-R-Q-U-E-O-L-O-G-O-S EGITO PESQUISAR ENCONTRAR TÚMULO PRÓPRIO RAINHA, ACHAR É MÃE OU ESPOSA FARAÓ NOME N-E-F-E-R-E-F-R-E, REI 4,5 MIL ANOS-ATRÁS.

Além de ser uma demonstração de afeto, o abraço também é capaz de prevenir doenças relacionadas ao estresse e diminuir a susceptibilidade de contrair infecções.

ABRAÇO O-QUE? EXPRESSAR SENTIMENTO MAIS AJUDAR EVITAR ACONTECER DOENÇA COMBINA EXEMPLO CANSADO-CHEIO!!!, TAMBÉM EVITAR PEGAR INFECÇÃO.

Pesquisadores da Universidade Estadual de Louisiana, nos EUA, descobriu que o chocolate amargo reduz o risco de infarto porque tem efeitos anti-inflamatórios.

GRUPO PESQUISA UNIVERSIDADE ESTADUAL L-O-U-S-I-A-N-A, EUA, DESCOBRIR O-QUE? CHOCOLATE AMARGO DIMINUIR DOENÇA CORAÇÃO PORQUE CHOCOLATE ESSE COMER EVITAR DOENÇA PRÓPRIO INFLAMAÇÃO.

Trabalhadores da aviação querem reajuste salarial de 8,5% e melhoria nas condições de trabalho, com redução de jornada.

GRUPO FUNCIONÁRIO PRÓPRIO AVIÃO QUERER SALÁRIO ORGANIZAR AUMENTAR 8,5% MAIS TRABALHO TODO-DIA MELHORAR, EXEMPLO HORAS TRABALHO DIMINUIR.

Em assembleia realizada na manhã desta sexta-feira (16), os funcionários da Volkswagen em São Bernardo do Campo (SP) aprovaram por unanimidade o fim da greve iniciada há dez dias.

DIA 16 SEXTA-FEIRA DECORRER MANHÃ ASSEMBLEIA O-QUE? FUNCIONÁRIOS EMPRESA V-O-L-K-S-W-A-G-E-N CIDADE "SÃO-PAULO" , O-QUE? ACEITAR PADRÃO GREVE ACABAR, GREVE TEMPO-ATÉ 10 DIAS.

APÊNDICE B – Experimento: Fase 2 - Texto 1

Saiba Mais Sobre A Legislação Que Protege Os Ciclistas

Se você analisar com calma as regras estipuladas pelo Código de Trânsito Brasileiro perceberá que ele visa fundamentalmente proteger a vida de quem utiliza as ruas, sejam eles motoristas, motociclistas, ciclistas, pedestres ou mesmo carroceiros. E é nesse sentido que foi estipulada a regra do metro e meio.

Um leve toque de retrovisor no guidão fará com que ele vire para a direita, desequilibrando o ciclista para a esquerda e fazendo com que ele caia na via em meio aos carros. Você, motorista, não vai querer viver com essa culpa, certo?

E nem é preciso esbarrar no ciclista. O susto do carro muito próximo ou muito rápido, ou até seu deslocamento de ar quando em alta velocidade, podem derrubá-lo da mesma forma. Principalmente um ciclista iniciante ou idoso. E é por isso que o art. 220 do CTB pede que o motorista reduza ao ultrapassar uma bicicleta.

CONHECER TEMA LEI PROTEGER PESSOA BICICLETA.

SE CALMA VOCÊ PESQUISAR REGRAS LIVRO CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO,

VOCÊ PERCEBER OBJETIVO CUIDAR VIDA PESSOAS RUA, PESSOA CARRO, PESSOA MOTO, PESSOA BICICLETA, PESSOA CARROÇA.

POR ISSO CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO CRIAR REGRA RUA FAIXA BICICLETA 1,50 METROS.

CARRO ESPELHO FORA BATER BICICLETA, BICICLETA CAIU RUA LUGAR MUITOS CARROS.

VOCÊ, PESSOA CARRO, NÃO TEM CULPA, CERTO?

BICICLETA SUSTO CARRO QUASE PERTO BATER OU CARRO RÁPIDO QUASE BATER, OU CARRO VELOCIDADE BICICLETA PODE QUASE CAIR.

CARRO NÃO PRECISAR BATER BICICLETA. BICICLETA SUSTO CARRO QUASE PERTO BATER OU CARRO RÁPIDO QUASE BATER, OU CARRO VELOCIDADE BICICLETA PODE QUASE CAIR.

PRINCIPAL SI PESSOA BICICLETA APRENDER NOVO OU VELHO.

É LEI NÚMERO 220 CÓDIGO DE TRANSITO BRASILEIRO EXPLICAR PESSOA CARRO PRECISAR DIMINUIR SI CARRO PASSAR PERTO BICICLETA.

APÊNDICE C – Experimento: Fase 2 - Questões Do Texto 1

QUESTÃO - 1 De acordo com o texto, marque a alternativa FALSA em relação a regra do metro e meio?	 Video em Libras:
A) ☐ Estabelece uma distância entre o ciclista e os carros da pista. B) ☐ Garante mais espaço de ciclovia. C) ☐ Diminui a probabilidade de acidentes. D) ☐ Faz bastante diferença para a segurança dos ciclistas. E) ☐ Permite que os carros entrem na ciclovia.	
QUESTÃO - 2 De acordo com o texto, responda: com base em que foi criada essa lei?	 Video em Libras: 
QUESTÃO - 3 De acordo com o texto e sobre o risco de um carro esbarrar no ciclista, marque a alternativa VERDADEIRA.	 Video em Libras: 

QUESTÃO - 4 Qual é a informação PRINCIPAL desse texto?



Video em Libras:

- A) ☐ A importância das regras definidas pelo Código de Trânsito Brasileiro.
- B) ☐ A necessidade de manter uma distância segura entre a bicicleta e o carro.
- C) ☐ A orientação do Código de Trânsito Brasileiro de reduzir a velocidade.
- D) ☐ O cuidado de motoristas e ciclistas com os pedestres atravessando a via.
- E) ☐ O perigo a que estão expostos os veículos menores no trânsito no Brasil.

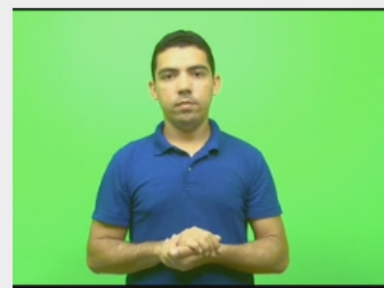


QUESTÃO - 5 A qual público leitor o texto é direcionado?



Video em Libras:

- A) ☐ Aos carroceiros.
- B) ☐ Aos ciclistas.
- C) ☐ Aos motoqueiros.
- D) ☐ Aos motoristas.
- E) ☐ Aos pedestres.



Finalizar

APÊNDICE D – Experimento: Fase 2 - Texto 2

Governo do estado lança o Programa Mães de Baixada

A saúde da gestante está ganhando um grande incremento do Governo do estado. Lançado nesta quarta-feira, 28 de agosto, o Programa Mães da Baixada reúne um conjunto de medidas que tem por objetivo melhorar o atendimento prestado pelas unidades municipais de saúde e as conveniadas pelas prefeituras. Uma dessas ações é a qualificação de leitos de baixo risco na região por meio do pagamento de um incentivo pelos partos realizados.

Para a coordenadora de Atenção Básica, Rafaela de Andrade, o projeto vai beneficiar, principalmente, a gestante de alto risco.

Essa oportunidade é muito boa porque temos deficiência no transporte das nossas gestantes de alto risco. Com a chegada dessas ambulâncias, vamos poder transportá-las para unidades de saúde onde estão fazendo o pré-natal, levando mais segurança para a mãe e o bebê - lembrou Rafaela.

GOVERNO ESTADO AVISAR PROJETO TEMA "M-Ã-E-S D-A B-A-I-X-A-D-A"

SAÚDE MULHER GRÁVIDA GOVERNO ESTADO AJUDAR. AVISAR QUARTA-FEIRA, DIA 28 AGOSTO.

PROJETO TEMA "M-Ã-E-S D-A B-A-I-X-A-D-A" É PROPOSTA MUITO OBJETIVO TRATAR PESSOA MELHORAR POSTO SAÚDE PREFEITURA TAMBÉM OUTRO LUGAR SAÚDE PARTICULAR PREFEITURA PARCERIA.

EXEMPLO: GOVERNO PAGAR AJUDAR MELHORAR HOSPITAL SI MULHER GRÁVIDA BEBÊ NASCER NORMAL PROBLEMA PERIGO NADA.

COORDENADORA POSTO SAÚDE, NOME "R-A-F-A-E-L-A A-N-D-R-A-D-E" FALAR PROJETO AJUDAR, PRINCIPAL, MULHER GRÁVIDA PROBLEMA PERIGO TEM SÉRIO.

"R-A-F-A-E-L-A" FALAR TAMBÉM: BOM PORQUE HOJE DIFÍCIL MULHER GRÁVIDA PROBLEMA PERIGO GRAVE, CARRO AMBULÂNCIA PEGAR FALTA NÃO TEM.

AGORA CARRO AMBULÂNCIA TEM, PEGAR IR HOSPITAL TEM EXAME NOME "P-R-É N-A-T-AL" DÁ, POR ISSO MÃE TAMBÉM BEBÊ SAÚDE SEGURANÇA TEM.

APÊNDICE E – Experimento: Fase 2 - Questões Do Texto 2

QUESTÃO - 1 Sobre as gestantes, marque a opção FALSA.	 Video em Libras:
A) ☐ Estão sendo beneficiadas. B) ☐ Estão sendo acolhidas pelo programa "Mães da Baixada". C) ☐ Não estão tendo sua saúde cuidada pelo programa. D) ☐ Necessitam de cuidados. E) ☐ Estão sendo acolhidas pelo governo.	
QUESTÃO - 2 Qual das alternativas abaixo é FALSA? A) ☐ Não há distinção de benefícios entre as grávidas de risco e normais. B) ☐ O serviço de transporte de grávidas é precário. C) ☐ O número de ambulâncias aumentará. D) ☐ Grávidas estão sendo acolhidas pelo programa. E) ☐ O programa "Mãe da Baixada" é uma atitude governamental.	
QUESTÃO - 3 Ainda sobre as gestantes, assinale a alternativa VERDADEIRA. A) ☐ O benefício do governo é irrelevante. B) ☐ O programa "Mães da Baixada" não acolhe todas as mães, apenas as que farão parto normal. C) ☐ As mães que participam do programa estão tendo atenção da parte dos participantes do programa. D) ☐ Não há causa maior nenhuma que faça com que as grávidas precisem de cuidados. E) ☐ Nenhuma alternativa é verdadeira.	

QUESTÃO - 4 Qual é o **OBJETIVO** do texto?

 Video em Libras:

- A) ☐ Informar ao leitor sobre uma atitude do governo.
- B) ☐ Convidar mulheres a se tornarem mães.
- C) ☐ Pedir atenção do governo para mulheres grávidas.
- D) ☐ Divulgar uma pesquisa.
- E) ☐ Promover uma campanha política.



QUESTÃO - 5 Marque a opção **VERDADEIRA**.

 Video em Libras:

- A) ☐ A gravidez do tipo de alto risco será a principal beneficiada.
- B) ☐ O programa se torna um pouco desnecessário, já que o transporte de grávidas para os hospitais não enfrenta precariedade no serviço.
- C) ☐ Não haverá ambulâncias.
- D) ☐ O programa só funcionará em vésperas de Natal.
- E) ☐ Todas as alternativas são verdadeiras.



Próximo

APÊNDICE F – Experimento: Fase 3 - Texto 1

Por quanto tempo deve-se amamentar a criança?

A Organização Mundial da Saúde e o Ministério da Saúde recomendam a amamentação exclusiva por seis meses. O pediatra Luciano Borges ressalta que mesmo as mães que voltam ao trabalho antes de 6 meses podem continuar alimentando o bebê só com o leite do peito.

“É possível ordenhar o leite e, durante o período em que a mulher estiver fora, pedir para alguém dar o líquido à criança utilizando um copo específico para esse fim.” diz.

O especialista alerta para que se mantenha o pequeno longe de mamadeiras - mais fácil para o bebê sugar, ela tende a desestimular a amamentação direta no peito.

Como saber se a criança mamou o suficiente? A única maneira de ter certeza é verificar o ganho de peso nas consultas pediátricas.

“Para ter uma ideia se o pequeno está satisfeito, preste atenção nas pistas dadas por ele: logo após mamar, deve estar bem relaxado e tranquilo. Além disso, a qualidade de xixi feita ao longo do dia deve ser suficiente para seis fraldas”, explica a consultora em amamentação Lívia Teixeira, do Consultório de Aleitamento Materno, de Salvador.

Doar leite materno é multiplicar vida com esperança. É dividir o alimento mais completo que existe. É diminuir a mortalidade infantil. É igual ao amor: quanto mais a gente doa, mais a gente tem.

TEMPO PRAZO PRECISAR CRIANÇA MAMAR?

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL SAÚDE TAMBÉM MINISTÉRIO SAÚDE DAR CONSELHO: BEBÊ MAMAR PEITO MÃE SÓ ATÉ IDADE 6 MESES.

HOMEM MÉDICO "L-U-C-I-A-N-O B-O-R-G-E-S" PRÓPRIO CRIANÇA AVISA SI MÃE PRECISA VOLTAR TRABALHAR ANTES, EXEMPLO BEBÊ 6 MESES AINDA, MÃE PRECISA CONTINUAR BEBÊ MAMAR PEITO SÓ.

MÉDICO FALOU MÃE PODE TIRAR LEITE PEITO DEPOIS GUARDAR COPO, OUTRA PESSOA PODE PEGAR COPO LEITE DAR BEBÊ PORQUE MÃE NÃO ESTÁ CASA.

MÉDICO AVISAR MELHOR EVITAR BEBÊ MAMADEIRA PORQUE MAMADEIRA FÁCIL CHUPAR BOCA, DEPOIS BEBÊ NÃO QUER CHUPAR PEITO MÃE.

COMO SABER SI CRIANÇA MAMAR JÁ BOM OU FALTAR?

SABER CERTO É MÉDICO SALA PESQUISAR PESO VER BOM OU RUIM.

MÃE PRECISAR ATENÇÃO SI BEBÊ MAMAR JÁ CHEIO. MAMAR ACABOU, BEBÊ PRECISAR PARECER BEM, CALMA.

MULHER LIVIA TEIXEIRA TRABALHA SALA "CONSELHO MAMAR MÃE" CIDADE SALVADOR, MULHER AVISAR BEBÊ FAZER XIXI 6X, EXEMPLO HOJE DIA TODO (MANHÃ - TARDE - NOITE) PRECISA TROCAR FRALDA 6X.

MÃE LEITE DAR OUTROS BEBÊS É AJUDAR VIDA FUTURO. AJUDAR SAÚDE UNIÃO. É DIVIDIR DAR ALIMENTO MELHOR PRÓPRIO. É AJUDAR DIMINUIR MORTE BEBÊS. PARECE AMOR, SI EU MOSTRAR AMOR TAMBÉM OUTRA PESSOA AMOR.

APÊNDICE G – Experimento: Fase 3 - Questões Do Texto 1

QUESTÃO - 1 Sobre o texto marque a alternativa FALSA .	 Video em Libras:
A) ☐ Especialistas foram consultados. B) ☐ As medidas sugeridas são para o bem do bebê. C) ☐ Não é possível amamentar por mais de 6 meses. D) ☐ O médico consultado era pediatra. E) ☐ É possível amamentar por mais de 6 meses.	
QUESTÃO - 2 Sobre o texto marque a alternativa VERDADEIRA. A) ☐ Não é possível doar leite. B) ☐ A doação de leite é algo exclusivo de artistas famosos. C) ☐ Só poderá doar a mãe que perdeu o filho. D) ☐ Doar leite materno pode salvar vidas. E) ☐ Nenhuma das alternativas está correta.	 Video em Libras: 
QUESTÃO - 3 Qual é a informação comum a esses textos? A) ☐ Mães podem ordenha o leite e pedir para outra pessoa amamentar. B) ☐ Mães precisam ficar atentas às reações do bebê após a amamentação. C) ☐ O leite materno deve ser evitado com o uso da mamadeira. D) ☐ O leite materno é um alimento indispensável para a criança. E) ☐ O leite materno pode ser doado para outras crianças.	 Video em Libras: 

QUESTÃO - 4 De acordo com o Texto qual argumento é usado para sustentar a ideia de que a amamentação deve ser exclusiva com leite do peito?

 Video em Libras:

- A) ☐ A mamadeira desestimula a amamentação direta no peito.
- B) ☐ A mamadeira facilita o ganho excessivo de peso da criança.
- C) ☐ A mamadeira impossibilita saber se a criança mamou o suficiente.
- D) ☐ O bebê deve fazer uma pequena quantidade de xixi ao dia.
- E) ☐ O bebê precisa ficar relaxado e tranquilo após mamar.



QUESTÃO - 5 O Texto é direcionado.

 Video em Libras:

- A) ☐ ao Governo Federal
- B) ☐ ao Ministério da Saúde
- C) ☐ aos profissionais da área de saúde.
- D) ☐ às crianças em amamentação.
- E) ☐ às mulheres que estão amamentando.



Responder

APÊNDICE H – Experimento: Fase 3 - Texto 2

Dieta com pouca proteína reduz risco de agravar diabetes e doença renal.

Reduzir pela metade a quantidade de proteína animal na dieta e incentivar a mudança de hábitos alimentares são a chave para melhorar o quadro clínico de pacientes diabéticos e com doenças renais crônicas.

É o que aponta um estudo realizado pelo Centro Estadual de Tratamento de Doenças Renais do Hospital Regional do Vale do Paraíba, ligado à Secretaria de Estado da Saúde, em Taubaté.

Foram acompanhados 93 pacientes da unidade, dos quais 38 com diabetes, que receberam dieta hipoproteica personalizada com base em uma avaliação nutricional prévia.

Durante o estudo, a equipe multiprofissional da unidade observou que a alimentação irregular era uma das maiores responsáveis pela piora do quadro.

"Logo no início, pudemos perceber que a maioria dos pacientes já chegava com várias dúvidas e mitos.

O nosso maior desafio era conseguir que eles aderissem a uma dieta diferente, principalmente o paciente diabético, que trazia, além das orientações do médico, as famosas e preocupantes receitas caseiras", comenta a nutricionista responsável pela pesquisa.

A dieta proposta usou 50% de proteína animal, com alto valor biológico, e resultou na redução de 24% de eliminação de proteinúria (proteína pela urina), que no caso de um paciente diabético é responsável por agravar a doença.

Os resultados foram significativos: além da redução da proteinúria, houve menor consumo de calorias – refletindo no emagrecimento dos pacientes – e de proteína vegetal (com baixo teor biológico), além de diminuição das taxas de açúcar no sangue e da hemoglobina glicada, que mede com precisão o controle da diabetes.

CUIDAR ALIMENTOS PROTEÍNA COMER POUCO AJUDAR CONTROLAR DOENÇA DIABETES E TAMBÉM DOENÇA RIM.

PASSADO PESQUISA PRÓPRIO HOSPITAL REGIÃO VALE DO PARAÍBA JUNTO SECRETARIA PROPRIO ESTADO SAÚDE LUGAR INTERIOR TAUBATÉ.

PESQUISA EXPLICAR: PESSOA DOENTE DIABETE, TAMBÉM DOENÇA RIM FORTE SAÚDE MELHORAR COMO? PRECISA TIRAR PROTEÍNA TAMBÉM AVISAR COMER CERTO SEMPRE.

LÁ HOSPITAL GRUPO PESSOA 93 DOENTE TEM JUNTO VIGIAR. GRUPO ENCONTRAR PESSOA 38 DOENTE DIABETES, COMER ESCOLHER DIMINUIR, POUCO PROTEÍNA, ANTES MEDICO NUTRICIONISTA PREPARAR.

GRUPO MÉDICO VÁRIOS PRÓPRIO HOSPITAL, PESQUISAR ENCONTRAR, PESSOA COMER ERRADO PRINCIPAL SAÚDE PIOR.

MULHER MEDICA NUTRICIONISTA RESPONSÁVEL PESQUISA EXPLICAR: COMEÇO PESQUISA, PERCEBER MUITAS PESSOAS DOENTES CHEGAR DUVIDA PARECE MENTIRA.

NÓS PRINCIPAL DIFÍCIL O QUE? É CONSEGUIR PESSOAS DOENTE COMER CERTO DIMINUIR SEMPRE, PRINCIPAL PESSOA DOENTE DIABETES, POR QUE PESSOA DOENTE DIABETES EXPLICAR CONSELHO PRÓPRIO MÉDICO TAMBÉM CONSELHO PRÓPRIO AMIGO PERIGOSA.

MEDICA NUTRICIONISTA AVISAR PESSOA COMER 50% PROTEINA PRÓPRIO CARNE, CARNE BOA, CONSEGUIR DIMINUIR 24% PERDER "PROTEINA XIXI".

PESSOA DOENTE DIABETES, PERDER MUITO "PROTEINA XIXI" DOENÇA AUMENTAR.

CONSEGUIR BOM: PESSOA DOENTE DIABETES PERDER "PROTEINA XIXI" DIMINUIR CONSEGUIR, TAMBÉM DIMINUIR CALORIA TAMBÉM PROTEINA PRÓPRIO VERDURA DIFERENTES DIMINUIR POR ISSO PESSOAS CONSEGUIR EMAGRECER.

TAMBÉM PESSOA DOENTE DIABETES SANGUE DIMINUIR AÇÚCAR CONSEGUIR, TAMBÉM DIMINUIR HEMOGLOBINA GLICADA AJUDAR DIMINUIR DIABETES.

APÊNDICE I – Experimento: Fase 3 - Questões Do Texto 2

QUESTÃO - 1 Marque a alternativa <u>FALSA</u>. A) ☐ Reduzir a quantidade de proteína animal na dieta é a uma das chaves melhorar o quadro clínico de algumas doenças. B) ☐ Incentivar a mudança de hábitos alimentares pode melhorar o quadro clínico de diabéticos e pessoas com doenças renais. C) ☐ Reduzir totalmente a proteína é a chave para melhorar o quadro clínico de pacientes diabéticos e com doenças renais. D) ☐ Foi feito um estudo ligado à secretaria de Estado da Saúde. E) ☐ Um estudo foi realizado pelo centro Estadual de Tratamento de Doenças Renais do Hospital Regional do Vale do Paraíba.	 Video em Libras: 
QUESTÃO - 2 Assinale a alternativa <u>VERDADEIRA</u>. A) ☐ Nenhuma avaliação nutricional foi feita. B) ☐ Mais de 100 pacientes foram acompanhados na pesquisa. C) ☐ A maior dificuldade foi fazer com que os pacientes quisessem fazer a dieta. D) ☐ O teste foi feito aumentando a proteína ingerida por cada paciente. E) ☐ Nenhuma das alternativas é verdadeira.	 Video em Libras: 
QUESTÃO - 3 Sobre os pacientes que participaram da pesquisa, assinale a alternativa <u>VERDADEIRA</u>. A) ☐ Eram apenas diabéticos. B) ☐ Eram apenas portadores de enfermidades renais. C) ☐ 50% deles reduziu a proteinúria. D) ☐ 24% deles aumentou o nível de proteinúria. E) ☐ Nenhuma das alternativas é verdadeira.	 Video em Libras: 

QUESTÃO - 4 Qual é a ideia defendida nesse texto?

- A) ☐ A adesão de pacientes à dieta de restrição animal necessita de avaliação médica.
- B) ☐ A mudança de hábitos alimentares é fundamental na melhora de doenças.
- C) ☐ As orientações médicas devem ser mais valorizadas que as receitas caseiras.
- D) ☐ O menor consumo de calorias por pacientes renais é um desafio dos médicos.
- E) ☐ Os pacientes diabéticos devem seguir uma dieta personalizada.



Video em Libras:



QUESTÃO - 5 No último parágrafo deste texto, a estratégia de argumentação utilizada baseia-se em:

- A) ☐ Comparação de fatos.
- B) ☐ Dados estatísticos.
- C) ☐ Opinião de especialistas.
- D) ☐ Raciocínio lógico.
- E) ☐ Relatos pessoais.



Video em Libras:



Responder

APÊNDICE J – Questionário Perfil Participante

STAUT-Reader

Perfil dos Participantes do Experimento do STAUT-reader

*Obrigatório

Qual o seu nome?



Nome

Qual o seu gênero?



- ☐ a) Masculino.
- ☐ b) Feminino.

Qual a sua idade?



Idade *

Qual o seu Grau de Instrução



- ☐ a) Ensino Médio.
- ☐ b) Ensino Superior.
- ☐ c) Nra.
- ☐ Outro:

É oralizado?



- ☐ a) Sim
- ☐ b) Não

É alfabetizado em Libras?



- ☐ a) Sim.
- ☐ b) Não

Enviar

Nunca envie senhas em Formulários Google.



100% concluído.

The STAUT-Reader, making general-purpose texts accessible to deaf.

Aníbal C. de Oliveira¹, Francisco C.M.B. Oliveira¹, Eudenia M. Barros¹,
Adriano T. de Freitas³, Thiago A.C. de Araujo¹, Lidiane C. Silva¹

¹Departamento de Computação - Universidade Estadual do Ceará (UECE)
Fortaleza – CE – Brazil

²Inst. de Filosofia e Ciênc. Humanas - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
São Paulo – SP – Brazil

³Departamento de Computação - Inst. Federal do Ceará (IFCE)
Maracanaú – CE – Brazil

{hanibal.ce80, fran.mb.oliveira, eudenia.magalhaes}@gmail.com

{adrianoblue, thiago.ac.araujo, lidcastro}@gmail.com

Abstract. *Deaf students have difficulty in reading texts written in languages whose mode is oral-auditory, such as Portuguese. As users of a signed language, it is harder for them to obtain information contained in books, magazines and newspapers. For this purpose, we have built the STAUT-Reader, an electronic reader, designed to help deaf to read texts written in Portuguese. The tool uses a Rule-Based Machine Translation system to produce output texts in a written representation of Libras, the Brazilian Sign Language. To investigate our proposal, we conducted an experiment using a counterbalanced within-subjects design to evaluate the reading performance of deaf readers using our tool. The results showed to be promising, especially for non-oralized deaf.*

1. Introduction

Brazilian deaf readers have difficulty to read and write in Portuguese [Luccas et al. 2012]. Their natural language (L1) is the Brazilian Sign Language (Libras), a visual-spatial language. Thus, the spoken and written Portuguese, whose mode is oral-auditory, appears as a second language (L2), and its acquisition will be made artificially, resembling the learning of a foreign language, with the aggravation of being a language in a different modality [Quadros 1997].

However, the amount of educational content and teaching materials available in Libras are still scarce [Oliveira 2012]. In part, this is due to the high costs involved in producing materials for this audience [Quadros 1997], as well as, the short age of Libras, which was recognized by means of law as an official language, only in 2002 [Brasil 2002].

We believe that technology can be a strategy to overcome this impediment. It helps to reduce barriers in both written and spoken communication, providing accessible tools for teaching and learning [Sasaki 2005]. In addition, since the deaf community is geographically distributed throughout Brazil, providing online content and materials, for instance, helps to reduce the difficulties imposed by distance, enabling the democratization of education [Larreamendy-Joerns and Leinhardt 2006].

In this context, this paper presents a prototype of the STAUT-Reader, an electronic reader, which aims to help deaf students to read, comprehend and retain information of texts originally available in Portuguese. The tool translates texts to a written representation of Libras, a textual representation of the signs, also referred as **gloss notation** [Bungerot et al. 2008]. Our proposal is to create a tool that expands the access to materials that were previously accessible only in Portuguese, thus broadening the range of educational materials available for deaf students.

The STAUT-Reader consists of two main modules: the translation module and the reading module. The translation module is a Rule-Based Machine Translation (RBMT) system, responsible to transform Portuguese texts into its corresponding terms in gloss notation. The reading module is a web-based system where users can select the input texts and then read them translated.

To validate our proposal, we conducted an experiment using a counterbalanced within-subjects design to assess the ability of 20 students on reading texts written in gloss notation. More precisely, we measured the effect of the STAUT-Reader on perceived and actual text difficulty [Leroy et al. 2013]. The perceived difficulty was measured with one metric, a 5-point Likert scale. The actual difficulty was measured with two metrics: 5 multiple-choice questions alongside the text to measure understanding, and 5 multiple-choice questions without the text for learning and information retention.

Concerning the perceived difficulty, all the sentences in gloss notation were better assessed than the ones in Portuguese. On the actual difficulty stage, although there was not found a significant statistical result, the means obtained indicates that there is a trend that might benefit non-oralized readers.

This paper is organized as follows. In Section 2, we present a brief discussion about paper reading versus electronic reading; in Section 3, we show related work; In Section 4, we detail the STAUT-Reader's operation and architecture; In Section 5, we describe the experiment and its results. Finally, in Section 6, we present the conclusions and future works.

2. Electronic Reading vs Paper Reading

Recent studies have been devoted to investigate which are the main differences between the contemporary forms of reading: the conventional one held in printed papers, such as books, magazines and newspapers; and the reading using digital tools, such as computers and mobile devices, which are commonly available as e-books and electronic newspapers.

Studies conducted at the University of Stavanger in Norway show that there is a slight disadvantage of digital readers because they allegedly diminish the individual's attention due to its multitasking support in a digital environment [Mangen et al. 2013]. In this case, the study was conducted by comparing two groups - subjects who read printed texts in paper, and subjects who read through a computer screen. The first group was more successful in understanding the texts. The hypotheses raised by researchers, to such results, are related to navigation elements, layout and the direct access to the totality of printed texts, since such settings does not occur in the digital reading scenario.

In contrast, a research conducted by the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics indicates that when comparing the two types of reading among a group of

adolescents with dyslexia, those who had more limitations to decode phonemes or had less capacity to visual attention, had better success in understanding the texts presented [Schneps et al. 2013] electronically. The team realized that a portable device improved the speed and understanding among the group because of its capability of reformatting pages, which facilitates the conditions of those who are harmed by the temporal dynamics in reading, such as slowness caused by attention deficit and difficulties accessing phonological representations of words or character recognition.

Also, Korat and Shamir [Korat and Shamir 2008] developed a computerized educational book as a supporting tool for the development of preschoolers' emergent literacy. For that, they conducted a research with 149 children from different socioeconomic status. The results showed that with the use of the e-book, children had improvements in their vocabulary, word recognition and phonological awareness level. In addition, Quek, Elglaly and Oliveira[Quek et al. 2013] demonstrate with their e-Reader system for individuals with blindness or severe visual impairment that electronic reading can help in the processing and presentation of information that promotes their engagement in active reading at their own pace and control.

It seems that electronic reading presents an opportunity for researchers and practitioners to present textual information through different interfaces, adaptable to the reader's needs and disabilities. We propose a tool capable of processing texts in Portuguese and presenting them in also a textual form, whose components are aligned, as they would be if signalized in Libras. We hope that this strategy will facilitate understanding and retention of information contained on the texts.

3. Related Work

There are many efforts of the scientific community to develop tools that help people with disabilities to have better access to information. However, we found only a few studies on the reading of written texts for deaf, especially for those who use Libras as first language. Below, we present other ongoing research projects related to the reading for the deaf.

The PorSimples Project offers a set of tools designed to perform text adaptations for low literacy readers. It consists of a set of text simplification tools, such as: SIMPLIFICA, which helps authors to create simplified texts; FACILITA, which explores summarization tasks by simplifying web content; and FACILITA Educational, which assists readers with low literacy to perform detailed reading, displaying questions to clarify semantic relations, linking verbs to their arguments, highlighting named entities, associations between the main ideas of texts and running lexical development [Aluísio and Gasperin 2010].

In addition, researches from the PorSimples project, created an extension component, based on the SIMPLIFICA tool, responsible to assist the Brazilian deaf community to access information. As a result, this module rewrites simplified texts, considering the linguistic aspects of sign language in an interlanguage of Libras. To achieve this result, the system performs a two phase process. The first, called analysis, simplifies the text. The second, called transformation, makes changes in sentences to approach as much as possible of the linguistic characteristics of Libras [Santos et al. 2009].

Another tool that translate texts in Portuguese to facilitate understanding of the deaf is the LIBROL. The software recognizes and discards the particularities in Por-

tuguese that are not found in Libras. With a simple interface, the software displays on the same screen the original text and its outcome transcribed into words, but obeying the rules of the sign language grammar. The system also has a database with words in simplified Portuguese and their related synonyms that can be used in Libras. The tool allows the user to feed this database from suggestions of translation improvements [Carvalho et al. 2013]. To assess whether the texts converted by LIBROL improve understanding by the deaf, Silva [Silva et al. 2014] measured the understanding of journalistic texts applied to deaf students. The results showed that the understanding of the texts generated by the system were easier than in Portuguese, but more difficult than in Libras.

The PULO (Portuguese-UNL-LIST DeOralize) is a interlingual machine translation system that translates Portuguese to a representation of signs in Libras, called LIST (Libras Script for Translation). The LIST lexeme is still under development and consists in words carried with special characters and marks to emulate the structure of Libras. In its approach, Portuguese texts are transformed into an interlingua, and LIST is then generated from the interlingua. The interlanguage used is the Universal Networking Language (UNL).

The papers presented above have similarities with our research. However, with the exception of LIBROL, none of those texts report studies involving actual Deaf readers. Even so, from what is described in its papers, the LIBROL project does not mention some vital information about its research, such as, the number or the profile of the subjects involved. Therefore, it was not possible for us to perform any deeper evaluation of these tools against the benefits for deaf readers. As we shall see, as a result of our experiment, we could find that a portion of our readers, especially those who had less experience with written Portuguese, have obtained a better result using our tool.

4. The STAUT-Reader

4.1. Simplifying Texts For Deaf

The Text Simplification technique (TS) has been developed to facilitate the access and provide a better understanding of written texts. Its propose is to promote the expansion of knowledge for a greater number of people, including those with low literacy or with some kind of language barrier [Santos et al. 2009].

Therefore, the TS consists in modifying the text structure to reduce its complexity by changing its lexical and syntactic structure. To achieve that, it goes through three different stages: analysis, transformation and regeneration. After the first stage, when the text was examined and a close reading was performed, a restructuring in its sentences is applied. After that, in the regeneration stage, is verified the cohesion between the original and the simplified text, in order to prevent semantic distinctions in the generated result [Siddharthan 2006] [Chandrasekar et al. 1996].

The STAUT-Reader's TS strategy uses the structure of the sentences in Libras. Different from a normal textual simplification approach, it also incorporates some sign language formation rules [Quadros 2003], such as:

- change the phrase from passive to active voice, prevailing the **Subject-Verb-Object** (SVO) order;
- use, if necessary, the **OSV** or **SOV** orders for topicalization, which consists in highlighting the main idea of the sentence, and then contextualize it;

- remove articles, prepositions, conjunctions, and other linking words;
- use of dactylography to express proper nouns, where in such cases, the word is presented letter by letter, separated by dash.

To represent the morphosyntactic structure of Portuguese and Libras, we designed a mechanism of rule definition for the STAUT-Reader. Through this component, Libras interpreters and deaf readers are able to create new rules to represent their knowledge about both languages. The STAUT-Reader will then use those transfer rules to translate the texts from one language to another.

4.2. The tool

The STAUT-Reader consists of two modules: the translation and the reading module. The translation module is responsible for receiving input sentences written in Portuguese and translating them to Gloss notation. The reading module is responsible for displaying the translations for the users.

4.2.1. The Translation Module

The translation module is a transfer-based Rule-Based Machine Translation (RBMT) system, and uses the linguistic structure of both languages involved in the translation process [Bhattacharyya 2015]. Its approach involves linking the input and output sentences structures using a morphosyntactic analyzer, a set of transfer rules and a sentence generator for the target language. For that, this module has three basic components: the morphosyntactic analyzer (MSA), the rules database, and the output sentence generator (OSG).

The morphosyntactic analyzer (MSA) splits the full text in separated sentences, and for each one, creates an intermediate representation that describes its morphological and syntactical structure. To perform the morphosyntactic analysis, the MSA engine uses the PALAVRAS [Bick 2000] parsing-system, available as a free service only for research purposes, through the CG-3 framework [Denmark. 2015]. This parser performs a grammatical analysis in Portuguese sentences, and provides as the output result, the original sentence elements tagged according to its grammatical classification. In addition, to access the GC-3 web service, the MSA uses a set of Java libraries provided by the HtmlUnit framework's API, which allows browsing web pages from a Java code [HtmlUnit 2015]. The Figure 1 presents the result of PALAVRAS analysis of the text "Pedro comeu pizza" (in English, Pedro ate pizza).

```
"<Pedro>"
  "Pedro" <hum> PROP M S @SUBJ>
"<comeu>"
  "comer" <vt> <fmc> V PS 3S IND VFIN @FMV
"<pizza>"
  "pizza" <food-c-h> N F S @ACC
"<$.>"
```

Figure 1. The PALAVRAS analysis.

Notice that the parser PALAVRAS returns a complete analysis of the input text, including the base form of the words (lexeme), tags indicating its lexical category (e.g. **PROP** for proper nouns, **V** for verbs and **PS** for past simple verbs), and a set syntactic

function tags (e.g. @**SUBJ**> indicating the subject of the sentence and @<**ACC** for direct object). It also performs a semantic analysis, including tags like <**hum**>, to indicate a human name.

Transfer rules are typically structure transforming rules [Bhattacharyya 2015]. Knowing that, we built a mechanism to define and store the rules called rules database (RDB). The rules are described as context-free grammars (CFG). Each rule has its own grammar and represents the syntactical and morphological structure of a Portuguese sentence. The terminals or alphabet Σ used to describe each CFG is the set of the morphological and syntactic tags provided by the PALAVRAS. In addition, it uses a set of part-of-speech tags, written with the following delimiters "<" ">", to represent the non-terminals symbols. The Figure 2 presents an example of a STAUT-Reader simple rule.

```
R-1
<S> = <NP> <VP> ;
<NP> = <N> ;
<VP> = <V> | <V> <N> ;
<N> = PROPMS@SUBJ | NFS@ACC ;
<V> = VPS3SINDVFIN@FMV ;

<TRANSF> = PROPMS@SUBJ NFS@ACC VPS3SINDVFIN@FMV;
-----
```

Figure 2. Example of a STAUT-Reader simple rule.

As can be seen, the first line of each rule define its name, for example **R-1**. Then we have a set of production rules, followed by a blank line, and a final production rule defined by the terminal <**TRANSF**>, a transfer rule. Finally, we have a dashed line indicating the end of the rule. As we will see in the following section, the transfer rule indicates an output structure, corresponding to a translated text for gloss notation. It is also noteworthy that the idea behind building an independent database of rules is that new rules can be added or extended by users.

The output sentence generator (OSG) connects the resulting structures obtained by the MSA to the rules described by the RDB. Given the MSA output structure as input string, the OSG scans all rules defined in the RDB and tries to perform the parsing for each of them. Its parsing algorithm determines if the string is a valid language for at least one grammar defined in the database. In case of success, the OSG uses the transfer rule defined by the terminal <**TRANSF**> at the end of the accepted rule. This process will be repeated until no other rule is accepted. The Figure 3, shows an example of an input string that was accepted by the second rule and the output result described by the transformation rule.

The OSG implements a LL(1) parser, a top-down parsing algorithm, which produces a leftmost derivation of the input sentence [Louden 1997]. LL(1) parsers can only be constructed for LL(1) grammars, a special case of CFGs that are not ambiguous and not left-recursive [Louden 1997]. Therefore, the OSG eliminates left recursion and performs a left factoring, if necessary, in order to transform the original CFG in a LL(1) equivalent. In case there is not an equivalent LL(1) grammar, the rule will be ignored and an alert message will be sent indicating that it needs to be rewritten.

```

INPUT: PEDRO[PROPMS@SUBJ>] COMEU[VPS3SINDVFIN@FMV] UMA[DETF@>N] PIZZA[NFS@<ACC] .

R-1
<S> = <NP> <VP> ;
<NP> = <N> ;
<VP> = <V> | <V> <N> ;
<N> = PROPMS@SUBJ> | NFS@<ACC> ;
<V> = VPS3SINDVFIN@FMV ;

<TRANSF> = PROPMS@SUBJ> NFS@<ACC> VPS3SINDVFIN@FMV;
-----
R-2
<S> = <NP> <VP> ;
<VP> = <V> | <V> <N> ;
<NP> = <DET> <N> ;
<DET> = DETMS@>N ;
<N> = PROPMS@SUBJ> | NFS@<ACC> ;
<V> = VPS3SINDVFIN@FMV ;

<TRANSF> = PROPMS@SUBJ> NFS@<ACC> VPS3SINDVFIN@FMV;
-----
OUTPUT: P-E-D-R-O PIZZA COMER.

```

Figure 3. The OSG output

4.3. The Reading Module

In Figure 4 we present the reading module of the STAUT-Reader. This is where users can read texts in gloss notation. This module is still under development, since we continue to investigate new features to use along with gloss notation.

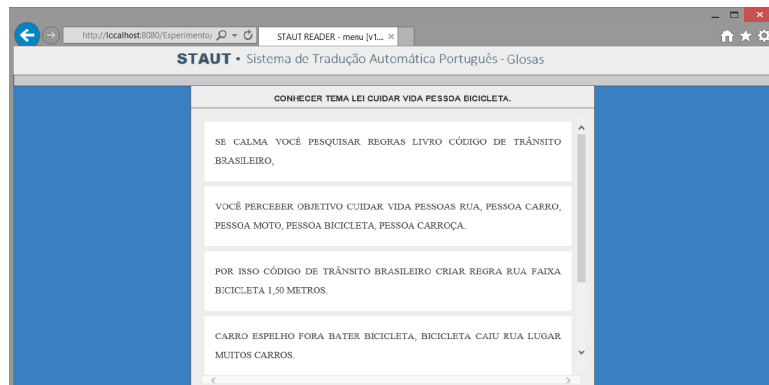


Figure 4. The reading panel

5. The Experiment

5.1. The Experimental Design

The experiment was conducted with a counterbalanced within-subjects design. The sample consisted of 20 students with the following profiles: 12 female and 8 male; 8 high school graduate and 12 college graduate; and 15 oralized and 5 non-oralized. According to Torres [Torres et al. 2007], oralized deaf are those who have developed more skills in a oral-auditory language, compared to those non-oralized, whose verbal skills are quantitatively and qualitatively inferior.

The experiment consisted of three different stages. The participants were randomly assigned in two groups: A and B. For members from group A, the even-numbered texts were presented in gloss notation, and the odd-numbered texts were presented in Portuguese. The B group members had access to the same texts in the opposite version.

In the first stage, each participant evaluated 10 sentences (5 in Portuguese and 5 in gloss notation) using a 5-point Likert scale options. Our goal was to assess the perceived difficulty of the texts by the subjects. In the second stage, participants were asked to read two different texts and answer a set of 5 multiple-choice questions for each text. The texts remained available for consultation, as participants responded. The objective was to measure the reading difficulty through the understanding and interpretation of texts. Finally, in the third stage, participants also had to answer five multiple-choice questions of two different texts, but they did not have access to the texts while answering the questions. Here, the aim was to measure the learning and the information retention.

5.2. The Results

In Stage 1, where we evaluate the perceived difficulty of the texts using a 5-point Likert scale, all texts presented in gloss notation were better assessed than the versions in Portuguese. In Stage 2 and 3, we evaluated the number of correct answers. We ran one-way Anova at a 95% confidence interval on the data collected, and found the following means presented on Table 1 and Table 2.

Table 1. Stage 2 - Means

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
Non-Oralized Control	5	1.600	0.562	0.459	2.740
Non-Oralized STAUT	5	2.200	0.562	1.059	3.340
Oralized Control	15	2.733	0.324	2.074	3.391
Oralized STAUT	15	2.000	0.324	1.341	2.658

Table 2. Stage 3 - Means

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
Non-Oralized Control	5	1.000	0.482	0.021	1.978
Non-Oralized STAUT	5	1.600	0.482	0.621	2.578
Oralized Control	15	1.266	0.278	0.701	1.831
Oralized STAUT	15	1.466	0.278	0.901	2.031

Although there is not a significant statistical result in Stage 2 ($F_{3,40} = 0.2633, ns$) and Stage 3 ($F_{3,40} = 0.7869, ns$), there is a trend that might benefit non-oralized readers as we can see in the Figure 5.

6. Conclusion and Future Works

Creating opportunities for the deaf to access, comprehend and retain information available in texts written in Portuguese is a still an open challenge. We've seen that electronic reading, while not the preferred reading way of reading among people without disabilities, presents the opportunity to render texts in ways that might favor the deaf. We discussed how previous works, armed with natural language processing techniques, fell short in assessing their tools with the deaf. We presented our STAUT-Reader and thoroughly assessed its impacts on activities related to reading, interpreting and retaining information available texts. We've shown that STAUT-Reader seems to create more learning opportunities for the non-oralized deaf than for the oralized deaf. The results seems promising and call for further investigation. The experimental procedure should be repeated with a larger group of deaf students. Furthermore, we are proposing a longitudinal study to investigate the impacts of better understanding and retaining in the long term for high-schoolers who are deaf.

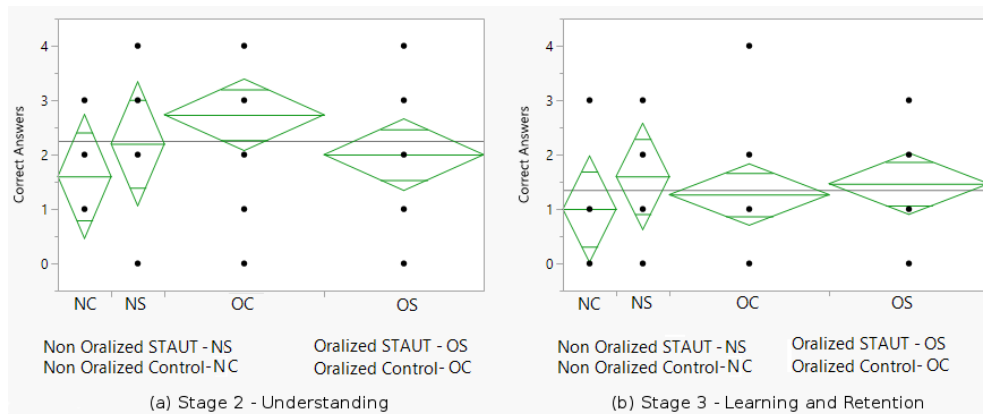


Figure 5. Stage 2 and 3 Correct Answers Means

7. References

References

- Aluísio, S. M. and Gasperin, C. (2010). Fostering digital inclusion and accessibility: the porsimples project for simplification of portuguese texts. In *Proceedings of the NAACL HLT 2010 Young Investigators Workshop on Computational Approaches to Languages of the Americas*, pages 46–53. Association for Computational Linguistics.
- Bhattacharyya, P. (2015). *Machine Translation*. Boca Raton: Taylor & Francis, A CRC title, part of the Taylor & Francis imprint, a member of the Taylor & Franck, Chapman and Hall/CRC.
- Bick, E. (2000). *The parsing system” Palavras”: Automatic grammatical analysis of Portuguese in a constraint grammar framework*. Aarhus Universitetsforlag.
- Brasil (April,24th 2002). About brazilian sign language (libras) and other provisions. brazilian law no. 10,436. *Diario Oficial da Republica Federativa do Brasil - Brasilia, DF - Brasil*.
- Bungerot, J., Stein, D., Dreuw, P., Ney, H., Morrissey, S., Way, A., and van Zijl, L. (May,28th 2008). The atis sign language corpus. *LREC 2008 - Sixth International Conference on Language Resources and Evaluation*.
- Carvalho, R. S., Brito, J. O., Rodrigues, J. P., Silva, I. Q., Matos, P. F., and de Oliveira, C. R. S. (2013). Librol: Software tradutor de português para libras. *CSBC 2013 - XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*.
- Chandrasekar, R., Doran, C., and Srinivas, B. (1996). Motivations and methods for text simplification. In *Proceedings of the 16th conference on Computational linguistics- Volume 2*, pages 1041–1044. Association for Computational Linguistics.
- Denmark., U. O. S. (2015). Visl - constraint grammar. [Online; accessed May-2015].
- HtmlUnit (2015). Htmlunit a gui-less browser for java programs. [Online; accessed May-2015].
- Korat, O. and Shamir, A. (2008). The educational electronic book as a tool for supporting children’s emergent literacy in low versus middle ses groups. *Computers & Education*, 50(1):110–124.

- Larreamendy-Joerns, J. and Leinhardt, G. (2006). Going the distance with online education. *Review of educational research*, 76(4):567–605.
- Leroy, G., Endicott, J. E., Kauchak, D., Mouradi, O., and Just, M. (2013). User evaluation of the effects of a text simplification algorithm using term familiarity on perception, understanding, learning, and information retention. *Journal of medical Internet research*, 15(7).
- Louden, K. C. (1997). *Compiler Construction: Principles and Practice*. PWS Publishing Co., Boston, MA, USA.
- Luccas, M. R. Z., Chiari, B. M., and Goulart, B. N. G. d. (2012). Reading comprehension of deaf students in regular education. *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 24(4):342–347.
- Mangen, A., Walgermo, B. R., and Brønnick, K. (2013). Reading linear texts on paper versus computer screen: Effects on reading comprehension. *International Journal of Educational Research*, 58:61–68.
- Oliveira, F. B. (2012). Desafios na inclusão dos surdos eo intérprete de libras. *Revista Diálogos & Saberes*, 8(1).
- Quadros, R. M. d. (1997). *Educação de surdos: a aquisição da linguagem*. Artmed, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Quadros, R. M. d. (2003). *Phrase Structure of Brazilian Sign Language. In Crosslinguistic perspectives in sign language research. Selected papers from TISLR 2000*. Signum Press: Hamburg p.141-162.
- Quek, F., Elglaly, Y., and Oliveira, F. (2013). Supporting learning for individuals with visual impairment. In *Multimedia and Expo Workshops (ICMEW), 2013 IEEE International Conference on*, pages 1–6. IEEE.
- Santos, G. S., Silveira, M. S., and Aluísio, S. M. (2009). Produção de textos paralelos em língua portuguesa e uma interlíngua de libras. *Proceedings of XXXVI Seminário Integrado de Software e Hardware-SEMISH*, 9:371–385.
- Sassaki, R. K. (2005). Inclusão: o paradigma do século 21. *Inclusão: Revista da Educação Especial*, 1 (1), pages 19–23.
- Schneps, M. H., Thomson, J. M., Chen, C., Sonnert, G., and Pomplun, M. (2013). E-readers are more effective than paper for some with dyslexia. *PloS one*, 8(9):e75634.
- Siddharthan, A. (2006). Syntactic simplification and text cohesion. *Research on Language and Computation*, 4(1):77–109.
- Silva, I. Q., Matos, P. F., Oliveira, C. F., Leite, T. C., Tavares, K. S., and Silva, B. C. (2014). Avaliação da compreensão de textos jornalísticos em português, em librol e em libras por estudantes surdos. *ENCompIF - II Encontro Nacional de Computação dos Institutos Federais*.
- Torres, E. F., Mazzoni, A. A., and Mello, A. G. d. (2007). Nem toda pessoa cega lê em braille nem toda pessoa surda se comunica em língua de sinais. *Educação e Pesquisa*, 33(2):369–386.