

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Informática
Programa de Pós-Graduação em Informática

UMA LINGUAGEM EXPANSÍVEL PARA DESCRIÇÃO
DA LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS

Danilo Assis Nobre dos Santos Silva

JOÃO PESSOA - PB

Agosto-2012

Danilo Assis Nobre dos Santos Silva

Uma Linguagem Expansível para Descrição da
Língua Brasileira de Sinais

Dissertação de mestrado
apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Informática da
Universidade Federal da Paraíba
como requisito final para a obtenção
do título de mestre em Informática.

Orientador: Prof. Dr. Guido Lemos de Souza Filho

João Pessoa - PB

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S5861 Silva, Danilo Assis Nobre dos Santos.
Uma linguagem expansível para descrição da língua
brasileira de sinais / Danilo Assis Nobre dos Santos
Silva. - João Pessoa, 2012.
73 f. : il.

Orientação: Guido Lemos de Souza Filho.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CI.

1. Língua brasileira de sinais. 2. Avatares humanóides
3D. 3. Libras - Animação 3D. I. Souza Filho, Guido
Lemos de. II. Título.

UFPB/BC

Ata da Sessão Pública de Defesa de Dissertação de Mestrado de **DANILO ASSIS NOBRE DOS SANTOS SILVA**, candidato ao Título de Mestre em Informática na Área de Sistemas de Computação, realizada em 29 de agosto de 2012.

1
2
3 Ao vigésimo nono dia do mês de agosto do ano dois mil e doze, às dez horas, na sala do
4 REUNI - da Universidade Federal da Paraíba, reuniram-se os membros da Banca
5 Examinadora constituída para examinar o candidato ao grau de Mestre em Informática, na
6 área de "*Sistemas de Computação*", na linha de pesquisa "*Computação Distribuída*", o Sr.
7 **DANILO ASSIS NOBRE DOS SANTOS SILVA**. A comissão examinadora foi composta
8 pelos professores doutores: GUIDO LEMOS DE SOUZA FILHO (PPGI-UFPB),
9 Orientador e Presidente, ANDREI DE ARAÚJO FORMIGA (PPGI-UFPB), como
10 examinador interno, e MARIA ELIZABETH SUCUPIRA FURTADO (UNIFOR) como
11 examinadora externa. Dando início aos trabalhos, o professor GUIDO LEMOS DE SOUZA
12 FILHO, cumprimentou os presentes, comunicou aos mesmos a finalidade da reunião e
13 passou a palavra ao candidato para que o mesmo fizesse, oralmente, a exposição do
14 trabalho de dissertação intitulado "*Uma Linguagem Formal e Expansível para Descrição*
15 *de Sinais da Língua Brasileira de Sinais*". Concluída a exposição, o candidato foi arguido
16 pela Banca Examinadora que emitiu o seguinte parecer: "*aprovado*". Assim sendo, deve a
17 Universidade Federal da Paraíba expedir o respectivo diploma de Mestre em Informática na
18 forma da lei e, para constar, eu, professor Alisson Vasconcelos de Brito, coordenador
19 deste programa, servindo de secretário, lavrei a presente ata que vai assinada por mim
20 mesmo e pelos membros da Banca Examinadora. João Pessoa, 29 de agosto de 2012.

21

22

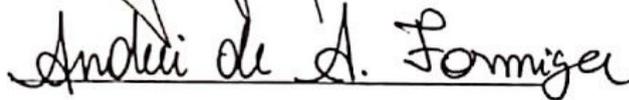
23


Alisson Vasconcelos de Brito

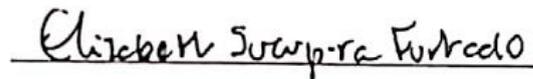
Prof. Dr. GUIDO LEMOS DE SOUZA FILHO
Orientador e Presidente (PPGI-UFPB)



Prof. Dr. ANDREI DE ARAÚJO FORMIGA
Examinador Interno (PPGI-UFPB)



Profa. Dra. MARIA ELIZABETH SUCUPIRA
FURTADO
Examinadora Externa (UNIFOR)



24

RESUMO

SILVA, D. A. N. S. **Uma Linguagem Expansível para Descrição da Língua Brasileira de Sinais**. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Informática, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012

Os surdos se comunicam naturalmente por línguas gestuais e visuais, denominadas línguas de sinais. Essas línguas são línguas naturais compostas por itens lexicais denominados sinais e possuem gramáticas e vocabulários próprios. Neste trabalho, propomos a definição de uma linguagem expressiva e coerente para descrever sinais em língua brasileira de sinais (LIBRAS). Esta linguagem permite que todos os parâmetros constituintes de um sinal sejam especificados e, a partir deles, uma animação para aquele sinal possa ser gerada com base em avatares humanóide 3D. Além disso, a linguagem proposta é flexível e permite que novos parâmetros (ou fonemas) sejam especificados dinamicamente. Para prover um estudo de caso para a linguagem proposta, um sistema para construção colaborativa de um vocabulário de LIBRAS com base em avatares humanóides 3D também foi desenvolvido. Um conjunto de testes com surdos brasileiros também foi realizado para avaliar este sistema.

Palavras-chave: LIBRAS, linguagem, avatares, línguas de sinais

ABSTRACT

SILVA, D. A. N. S. Uma Linguagem Expansível para Descrição da Língua Brasileira de Sinais. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Informática, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012

Deaf communicate naturally through gestural and visual languages called sign languages. These languages are natural, composed by lexical items called signs and have their own vocabulary and grammar. In this paper, we propose the definition of a expressive and consistent language to describe signs in Brazilian Sign Language (LIBRAS). This language allows the definition of all parameters of a sign and consequently the generation of an animation for this sign. In addition, the proposed language is flexible in the sense that new parameters (or phonemes) can be defined dynamically. In order to provide a case study for the proposed language, a system for collaborative construction of a LIBRAS vocabulary based on 3D humanoids avatars was also developed. Some tests with Brazilian deaf users were also performed to evaluate the proposal.

Keywords: LIBRAS, language, avatars, sign language

SUMÁRIO

RESUMO	3
ABSTRACT	4
SUMÁRIO	5
LISTA DE TABELAS	7
SIGLAS E ABREVIATURAS	8
INTRODUÇÃO	9
Objetivos	11
Organização do Trabalho	13
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
Língua de Sinais	14
Os sinais e seus queremas	15
Sistema de Escrita SignWriting	19
TRABALHOS RELACIONADOS	22
X-LIBRAS	22
Dicionário 3DictSL	24
e-LIS	25
BuscaSigno	27
Trabalhos que Utilizam o SignWriting	30
SIGNSIM	30
Editor para Textos em Língua de Sinais Escritos em SignWriting	31
Sign Dic	32
SOLUÇÃO PROPOSTA	36
Expandindo parâmetros e fonemas	40
Modelo do Avatar Humanóide 3D	43
ESTUDO DE CASO: WIKILIBRAS	46
WikiLIBRAS	46

RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
ANEXO A - Artigos Publicados	64
ANEXO B - DTD (Document Type Definition)	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Parâmetros Constituintes da LIBRAS	17
Figura 2 - Possíveis configurações de mão em LIBRAS de acordo com Felipe e Monteiro [10]	18
Figura 3 - Ambiente virtual X-LIBRAS	24
Figura 4 - Configuração cujos dedos estão cruzados	25
Figura 5 - Sistema 3DictSL	26
Figura 6 - Dicionário bilíngüe e-LIS	27
Figura 7 - Sinal AMAZONAS em LIBRAS	30
Figura 8 – SIGNSIM	32
Figura 9 - Interface do <i>AlfaEdit</i>	33
Figura 10 - Tela Principal do SignDic (extraída de Macedo [21])	36
Figura 11 - Parâmetros Constituintes da LIBRAS	37
Figura 12 - Documento XML do sinal LÁBIO	39
Figura 13 - Documento XML do sinal CORRETO	40
Figura 14 - Trecho de Documento XML para Representar Restrição Fonológica	41
Figura 15 - Biblioteca de Poses PontoDeArticulação	42
Figura 16 - Documento XML do Descritor AdicionaConfiguraçãoMao	43
Figura 17 - Documento XML do Descritor AdicionaPontoArticulação	44
Figura 18 - Documento XML do Descritor AdicionaOrientaçãoMao	44
Figura 19 - Documento XML do Descritor AdicionaExpressaoFacial	44
Figura 20 - Avatar Humanóide 3D	45
Figura 21 - Ossos Auxiliares da Face	45
Figura 22 - Ossos auxiliares	46
Figura 23 - Ossos da mão	46
Figura 24 - Arquitetura do sistema proposto	47
Figura 25 - Processo de geração/supervisão colaborativa.	48
Figura 26 - Tela Principal do WikiLIBRAS	50
Figura 27 - Tela de Configuração da Mão	51
Figura 28 - Tela de Configuração da Palma da Mão	51
Figura 29 - Tela de Configuração do Ponto de Articulação	52
Figura 30 - Tela de Configuração da Expressão Facial	52
Figura 31 - Tela de Confirmação	53
Figura 32 - Foto do processo de avaliação do sistema WikiLIBRAS (1)	56
Figura 33 - Foto do processo de avaliação do sistema WikiLIBRAS (2)	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Expressões não-manuais da LIBRAS	19
Tabela 2 - Categorias da SignWriting	21
Tabela 3 - Informações Pessoais dos Usuários Entrevistados	54
Tabela 4 - Sinais escolhidos para o Teste	55
Tabela 5 - Eficácia e eficiência dos usuários na geração dos sinal utilizando o sistema WikiLIBRAS	57
Tabela 6 - Eficácia e Eficiência dos usuários por sinal gerado utilizando o sistema WikiLIBRAS	57
Tabela 7 - Médias dos resultados para as perguntas sobre a satisfação dos usuários	58
Tabela 8 - Eficácia e Eficiência dos designers 3D	59

SIGLAS E ABREVIATURAS

ASL	<i>American Sign Language</i>
DAC	<i>Deaf Action Committee</i>
DTD	<i>Document Type Definition</i>
GTAaaS	Grupo de Trabalho Acessibilidade como Serviço
H-Anim	<i>Humanoid Animation</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LIBRAS	Língua Brasileira de Sinais
LSKB	Língua Brasileira de Sinais Kaapor
LIS	Língua Italiana de Sinais
OMS	Organização Mundial de Saúde
PHP	<i>Personal Home Page</i>
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SWML	<i>SignWriting Language Markup</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

1. INTRODUÇÃO

Comunidade é caracterizada como o agrupamento de pessoas que possuem forte coesão e baseia-se na interação e consenso dos indivíduos pertencentes a esse grupo. Esse consenso se dá a partir da compreensão dos fatos cotidianos, compartilhamento de experiências e idéias. Assim, para que exista um entendimento mútuo entre os homens a comunicação se faz necessária e é definida como uma ferramenta indispensável para os seres humanos que vivem em sociedade.

Segundo Russell e Norvig [1], “a comunicação é a troca intencional de informações provocada pela produção e percepção de sinais extraídos de um sistema compartilhado de sinais convencionais”. Através desses sistemas compartilhados de sinais, denominados línguas, os seres humanos podem comunicar suas idéias, sentimentos e pensamentos, registrar seus conhecimentos, transmitir seus padrões culturais, dentre outros.

A língua utilizada por um indivíduo para se comunicar depende, em geral, do grupo ao qual ele está inserido. Os ouvintes, por exemplo, se comunicam naturalmente através de línguas orais, isto é, através de sons articulados que são percebidos pelo sistema auditivo. As línguas inglesa, portuguesa, espanhola e francesa são exemplos de línguas orais. Os deficientes auditivos, por outro lado, se comunicam naturalmente através de línguas gestuais, denominadas línguas de sinais. Nessa modalidade de língua, elementos linguísticos manuais, corporais e faciais são utilizados para articular os sinais que são compreendidos através do sistema visual.

Uma língua é considerada natural (espanhol, português, inglês, alemão, dentre outras), se esta atende aos seguintes requisitos: 1) Criatividade; 2) Combinação de parâmetros não significativos para o estabelecimento de significação. Por exemplo, é possível unir fonemas de uma língua oral a fim de formar uma palavra ou uma frase; 3) Possuir estrutura gramatical própria, organizada, complexa e que possibilite criar, transmitir, modificar qualquer idéia ou conteúdo. Deste modo, as línguas de sinais são

consideradas naturais pois surgem a partir da interação entre deficientes auditivos e estas possibilitam expressar conceitos descritivos, concretos, racionais, literais, metafóricos, emocionais ou abstratos, segundo Russel e Norving [1] e, de acordo com Quadros e Karnopp [2], “... a língua brasileira de Sinais (LIBRAS), como toda língua de sinais, é uma língua de modalidade gestual-visual porque utiliza, como canal ou meio de comunicação, movimentos gestuais e expressões faciais que são percebidos pela visão; portanto, diferencia-se da Língua Portuguesa, que é uma língua de modalidade oral-auditiva por utilizar, como canal ou meio de comunicação, sons articulados que são percebidos pelos ouvidos. Mas, as diferenças não estão somente na utilização de canais diferentes, estão também nas estruturas gramaticais de cada língua”.

As línguas de sinais são definidas a partir de unidades mínimas distintivas conhecidas como *queremas*¹ que, quando combinadas, formam unidades complexas. Segundo Russel e Norving [1], observa-se também que assim como as línguas orais, as de sinais possuem os níveis fonológico, morfológico, sintático, semântico e pragmático.

Os primeiros estudos linguísticos das línguas de sinais foram realizados com os indígenas pertencentes às Américas e Austrália, utilizadas por toda a comunidade como meio de comunicação. Entretanto, considera-se que os estudos científicos acerca das línguas de sinais iniciaram-se em 1957, por William C. Stokoe sobre a língua americana de sinais (*American Sign Language – ASL*).

No Brasil existem duas línguas de sinais: a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) e a língua Kaapor (LSKB). A LIBRAS é a língua de sinais utilizada pela maioria dos deficientes auditivos brasileiros e reconhecida pela lei brasileira nº 10436 de 24 de Abril de 2002 como a língua de sinais oficial do Brasil. A língua de sinais Kaapor (LSKB), também conhecida como língua de sinais Urubú-Kaapor, é usada por uma pequena comunidade indígena da floresta amazônica brasileira. Os índios ouvintes dessa comunidade compreendem tanto a língua de sinais como a língua oral. Deste modo, os ouvintes da comunidade são encarados como bilíngues, enquanto os deficientes auditivos são monolíngues.

¹ São considerados as unidades mínimas distintivas das línguas de sinais, onde a combinação de um ou mais *queremas* cria palavras que quando inseridas em um contexto gera significado.

Segundo o censo demográfico realizado em 2000 pelo IBGE [3], existem no Brasil aproximadamente 5,7 milhões de indivíduos que com algum nível de deficiência auditiva. No mundo inteiro, de acordo com Pinheiro Filho [4], existem cerca de 300 milhões de deficientes auditivos. Contudo, a utilização das línguas de sinais em sistemas computacionais ou o desenvolvimento de ferramentas que possibilitem aos deficientes auditivos um melhor entendimento do meio onde eles estão inseridos ainda é limitado. Deste modo, prover uma linguagem que facilite a representação dos sinais das línguas de sinais é uma necessidade emergente.

A motivação deste trabalho é o desenvolvimento de uma linguagem que defina regras para a representação dos sinais em LIBRAS, de acordo com as unidades mínimas distintas de LIBRAS. Dessa forma, será possível representar formalmente os sinais dessa língua e desenvolver ferramentas baseada nessa linguagem para melhorar o acesso dos deficientes auditivos aos sistemas computacionais.

1.1. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é propor uma linguagem expressiva e coerente para representação dos sinais da língua brasileira de sinais (LIBRAS). Essa linguagem deve especificar regras para a representação das características inerentes à língua com base nos cinco parâmetros (ou queremas) de LIBRAS. Regras fonológicas, de simetria ou dominância das mãos, presentes na língua, também são especificadas pela linguagem proposta.

Para alcançar o objetivo geral, faz-se necessário que os seguintes objetivos específicos sejam alcançados:

- Fazer um levantamento bibliográfico detalhado sobre os principais trabalhos relacionados à representação em línguas de sinais;
- Especificar os parâmetros de configuração, atributos e regras para representação dos sinais de LIBRAS;
- Implementar um estudo de caso da linguagem proposta em um sistema Web para construção de um dicionário multimídia de LIBRAS;

- Testar e validar essa proposta com deficientes auditivos e intérpretes de LIBRAS.

1.2. Organização do Trabalho

O presente trabalho está estruturado em sete capítulos. Neste primeiro capítulo, o trabalho foi introduzido e seus objetivos gerais e específicos foram apresentados.

No segundo capítulo, é apresentada a fundamentação teórica detalhada sobre a língua brasileira de sinais (LIBRAS), incluindo a sua origem e seus parâmetros de configuração. O *SignWriting*, um sistema de escrita que possui caráter gráfico-esquemático intuitivo e funciona como um sistema de escrita alfabética das línguas de sinais, também é apresentado neste capítulo.

No terceiro capítulo, são apresentados os principais trabalhos da literatura científica relacionados à proposta aqui introduzido.

No quarto capítulo, é apresentada uma descrição detalhada da solução proposta neste trabalho, sua estrutura de representação e o vocabulário XML desenvolvido.

No quinto capítulo é descrito o sistema WikiLIBRAS, um estudo de caso que está sendo desenvolvido com base na a linguagem de representação da LIBRAS proposta neste trabalho.

No sexto capítulo são apresentados os resultados e alguns aspectos relevantes para o tema cujo trabalho proposto está inserido.

No sétimo capítulo são apresentadas as considerações finais e algumas propostas de trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As principais características da língua brasileira de sinais serão apresentadas neste capítulo. Inicialmente serão discutidas as raízes históricas dessa língua e, posteriormente, apresentadas às peculiaridades e todos os parâmetros de configuração dos sinais em LIBRAS.

2.1. Língua de Sinais

Durante muito tempo as línguas de sinais foram consideradas como gestuais ou pantomimais, impossibilitadas de expressar qualquer tipo de abstração. A primeira publicação afirmando explicitamente que as línguas de sinais possuíam características das línguas naturais encontra-se no livro *Sign Language Structure*, de William Stokoe [5]. Essa publicação de 1960 contribuiu para a inserção das línguas não-orais e dos deficientes auditivos nas universidades, diminuindo o preconceito e o desconhecimento sobre essas línguas. Segundo Ferreira Brito e Langevin [6], a estrutura da língua de sinais permite que o emissor expresse diversos conceitos: descritivo, emotivo, literal, metafórico, concreto e abstrato, ou seja, provê todas as necessidades comunicativas e de expressão do ser humano.

A LIBRAS, assim como toda língua natural, possui uma estrutura gramatical bem definida. Ela é construída a partir de parâmetros de configuração (queremas), que são estruturados a partir de mecanismos morfológicos, sintáticos e semânticos. Os princípios pragmáticos, presentes também na LIBRAS, permitem a criação de alguns tipos de discursos: metafóricos, ironias, dentre outros.

Ferreira Brito e Langevin [6] e Quadros e Karnopp [2] também ressaltam que existe uma diferença entre as línguas orais e as línguas de sinais com relação à estrutura de apresentação ao longo tempo. Enquanto nas línguas orais, os fonemas se sucedem linearmente no tempo possuindo uma estrutura sequencial, nas línguas de sinais, cada

sinal pode utilizar diversas regiões do corpo do sinalizador simultaneamente, possuindo uma estrutura paralela de apresentação ao longo do tempo.

Os itens lexicais das línguas de sinais responsáveis por gerar significado são a configuração das mãos, a orientação das palmas das mãos, a região do corpo ou do espaço à frente do sinalizador onde o sinal é articulado (ponto de articulação), o movimento descrito pelas mãos e as expressões faciais, consideradas traços diferenciadores em muitos sinais da língua.

2.1.1. Os sinais e seus queremas

Os sinais são formados por alguns parâmetros que possuem um significado próprio e pré-determinado. Esses parâmetros, ou queremas, são considerados as unidades mínimas distintivas das línguas de sinais. De acordo com a Revista da Feneis [7], “... os sinais são formados a partir da combinação do movimento das mãos com um determinado formato em um determinado lugar, podendo este lugar ser uma parte do corpo ou um espaço em frente ao corpo. Essas articulações das mãos, que podem ser comparadas aos fonemas e às vezes aos morfemas, são chamadas de parâmetros”. Assim, combinando os queremas formam-se as palavras (ou sinais) e estas formarão frases quando inseridas num determinado contexto.

Stokoe [5] propõe a decomposição dos sinais da *American Sign Language* (ASL) em três parâmetros: configuração de mão, locação e movimento. Battison [8] propõe a incorporação de mais dois parâmetros: orientação da mão e aspectos não-manuais (expressões faciais e corporais). Quadros e Karnoop [2] por outro lado, propõem cinco queremas para a língua brasileira de sinais: configuração de mão, movimento, locação, orientação manual e expressões não-manuais. Souza e Pinto [9] definem, de um modo geral, que a língua de sinais é produzida pelas mãos e complementada por movimentos corporais e faciais (componentes não manuais da estrutura da língua de sinais).

Conforme será apresentado posteriormente, este trabalho assume que um sinal em LIBRAS é formado pela combinação de cinco parâmetros de configuração,

ilustrados na Figura 1: 1) configuração das mãos; 2) tipo de movimento; 3) ponto de articulação 4) orientação da palma da mão e 5) expressão não manual. A escolha desses cinco parâmetros foi feita após a análise dos trabalhos relacionados listados no Capítulo 3.

A configuração da mão é a forma que esta assume na execução de um sinal. Um sinal pode ser representado pela mão dominante (mão direita para os destros), ou pelas duas mãos. Caso um sinal seja articulado apenas com a mão dominante, a mão secundária poderá servir de apoio ou simplesmente não participar do sinal. Uma configuração de mão pode se diferenciar das demais pela extensão (lugar e número de dedos estendidos), pela contração (mão aberta ou fechada), e pelo contato ou divergência dos dedos.

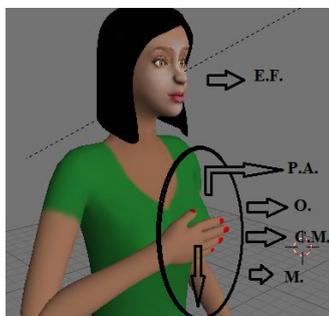


Figura 1 - Parâmetros Constituintes da LIBRAS

Atualmente, o sistema *Sign Writing*, que representa graficamente os parâmetros de configuração utilizados nas línguas de sinais, define 74 configurações de mão. Felipe e Monteiro [10] propõem a definição de 60 configurações de mão para a LIBRAS, das quais 26 são usadas para representar as letras do alfabeto. Brito [11], por outro lado, indica que existem 46 possíveis configurações de mão. Este trabalho adota 60 configurações de mão, de acordo com a definição de Felipe e Monteiro [10] ilustrada na Figura 2.

Segundo Ferreira Brito e Langevin [6], orientação da mão refere-se à “*direção da palma da mão durante o sinal: voltada para cima, para baixo, para o corpo, para frente, para a esquerda ou para a direita*”.

O ponto de articulação ou locação é definido como o local onde a mão dominante articula o sinal. Pode-se articular um sinal com a mão dominante tocando alguma parte do corpo ou estar em uma região à frente do emissor.

O querema movimento, de acordo com Ferreira Brito e Langevin [6], “é um parâmetro complexo que pode envolver uma vasta rede de formas e direções, desde os movimentos internos da mão, os movimentos do pulso, os movimentos direcionais no espaço até conjuntos de movimentos no mesmo sinal”. Alguns sinais de LIBRAS, no entanto, não possuem movimento.

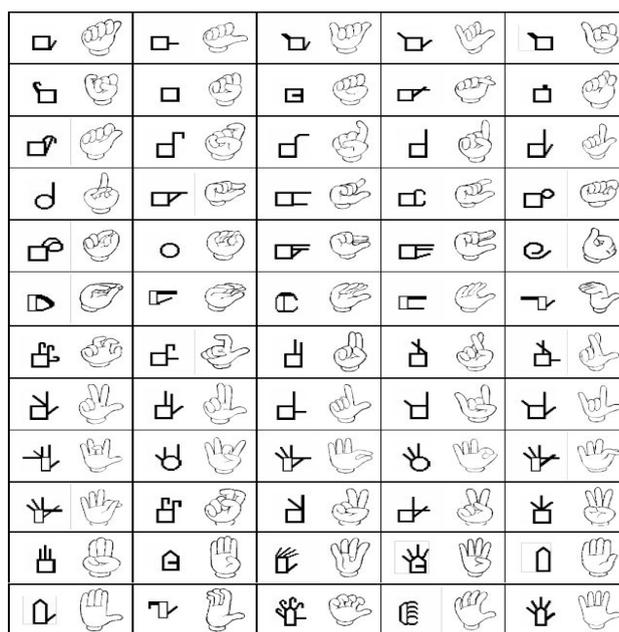


Figura 2 - Possíveis configurações de mão em LIBRAS de acordo com Felipe e Monteiro [10]

O quinto e último parâmetro de configuração de um sinal são as expressões não-manuais, as quais referem-se aos movimentos da face, dos olhos, da cabeça ou do tronco. Segundo Quadros e Karnopp [2], os principais usos das expressões não-manuais são a diferenciação entre itens lexicais e as marcações sintáticas (marcação de sentenças interrogativas, orações relativas, topicalizações, concordância e foco). Deste modo, as expressões não manuais são consideradas como um traço diferenciador em muitos

sinais. Na Tabela 1 são ilustradas as expressões não-manuais da LIBRAS. Apenas as Expressões Faciais são utilizadas neste trabalho.

Tabela 1 - Expressões não-manuais da LIBRAS

Fonte: Ferreira-Brito e Langevin (1995, *apud* Quadros e Karnopp, 2005)

<p>Rosto Parte Superior</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Sobrancelhas franzidas ● Olhos arregalados ● Lance de olhos ● Sobrancelhas levantadas
<p>Rosto Parte Inferior</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Bochechas infladas ● Bochechas contraídas ● Lábios contraídos, projetados e sobrancelhas franzidas ● Correr da língua contra a parte inferior da bochecha ● Apenas bochecha inflada ● Contração lábio superior ● Franzir nariz
<p>Cabeça</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Balanceamento para frente e para trás (sim) ● Balanceamento para os lados (não) ● Inclinação para frente ● Inclinação para o lado ● Inclinação para trás
<p>Rosto e Cabeça</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Cabeça projetada para frente, olhos levemente cerrados, sobrancelhas franzidas ● Cabeça projetada para trás e olhos arregalados
<p>Tronco</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Para frente ● Para trás ● Balanceamento alternado dos ombros ● Balanceamento simultâneo dos ombros ● Balanceamento de um único ombro

Em LIBRAS existem algumas restrições fonológicas que servem para ajudar na composição dos sinais. Segundo Quadros e Karnoop [2] e Battison [8], os sinais podem ser produzidos utilizando uma das mãos ou as duas. Quando as duas mãos são utilizadas, é possível ter as duas mãos ativas ou a mão secundária funcionar apenas como locação (ponto de articulação). Outro tipo de restrição diz respeito à simetria e a dominância de uma das mãos. No primeiro caso, tem-se a mesma configuração de mão e o mesmo ponto de articulação. Deste modo, o movimento que caracteriza o sinal será simultâneo ou alternado. No segundo caso, se as mãos possuírem diferentes configurações de mão, a mão dominante realizará o movimento e a mão secundária servirá como ponto de articulação.

2.2. Sistema de Escrita *SignWriting*

O sistema de escrita *SignWriting* foi desenvolvido em 1974 por Valerie Sutton, membro do DAC (*Deaf Action Committee*) na Dinamarca. Embora não tenha sido o primeiro sistema de escrita para línguas gestuais, ele foi um dos primeiros a representar adequadamente expressões não manuais. Atualmente, o *SignWriting* é o único sistema de escrita usado na publicação de textos universitários em ASL.

Uma vez que as línguas orais possuem uma grafia baseada em sons, os surdos, em geral, apresentam bastante dificuldade em compreender textos em línguas orais. Segundo Stumpf [12], em virtude disso, a maioria dos surdos, mesmo após muitos anos de escolaridade não conseguem se alfabetizar. Deste modo, *SignWriting* concebeu aos surdos a possibilidade de representar em forma escrita sua própria língua, independente das línguas orais. No entanto, de acordo com Morrissey [13], embora o número de livros publicados utilizando esse sistema vem crescendo nos últimos anos, a notação utilizada ainda não é pouco utilizada.

Os símbolos da escrita de sinais *SignWriting* estão divididos em 10 categorias e 55 grupos, de acordo com a configuração das mãos, contato, face, movimentos do corpo

e da cabeça, ombro, membros, inclinação da cabeça, localização, movimento de dinâmicas e pontuação. Na Tabela 1 são ilustradas as 10 categorias do *SignWriting*.

Tabela 2 - Categorias da SignWriting

	Mão
	Movimento
	Face
	Cabeça
	Parte Superior do Corpo
	Membro
	Corpo Inteiro
	Localização
	Dinâmica
	Pontuação

Os dicionários para língua de sinais que utilizam *SignWriting* classificam seus textos utilizando alguns símbolos de duas formas diferentes: a *SignSpelling* e a *Symbol-Sign-Sequence*. A *SignSpelling* refere-se à ordem da soletração dos símbolos

que constituem um sinal. Todo sinal possui um *SignSpelling* original e embora estes não sejam lineares, há uma ordem seqüencial a ser seguida na leitura dos sinais. A *Symbol-Sign-Sequence* estabelece uma ordem específica de classificação e agrupamento para todos os símbolos de *SignWriting*, definida após o estabelecimento da *SignSpelling*. Dessa forma, é possível buscar sinais através de queremas (por exemplo, configuração das mãos, expressão facial, dentre outros).

Neste capítulo, foram apresentados os principais aspectos sobre a LIBRAS, *SignWriting* e os principais elementos constituintes de um sinal. Esses conceitos serão explorados no desenvolvimento da solução proposta apresentada no Capítulo 4. No próximo capítulo, serão apresentados alguns trabalhos relacionados presentes na literatura.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

Nesse capítulo serão apresentados os principais trabalhos relacionados presentes na literatura sobre a representação em línguas de sinais utilizando algum formalismo. Conforme será apresentado no Capítulo 4, este trabalho propõe o mapeamento das principais características da língua brasileira de sinais (LIBRAS) e representação utilizando a linguagem de marcação XML (*Extensible Markup Language*).

3.1. X-LIBRAS

O X-LIBRAS, proposto por Fusco e Brega[14], descreve o projeto e o desenvolvimento de um vocabulário para a língua brasileira de sinais (LIBRAS). Para validar sua proposta também foi desenvolvido um ambiente virtual que utiliza agentes animados virtuais (isto é, avatares humanóides) do padrão H-Anim [15], que define um conjunto de nós VRML/X3D para modelos animados. Este ambiente permite a geração ou visualização de sinais tridimensionais previamente configurados no sistema.

Neste trabalho, uma biblioteca de sinais em XML é acessada e o mapeamento escolhido é validado pelo *Schema* X-LIBRAS proposto. O sinal escolhido é então mapeado para um documento X3D/VRML, que é baseado no protótipo H-Anim, e, em seguida, um browser V3D/VRML é utilizado para visualizar o sinal desejado. Na Figura 3 é ilustrado o ambiente virtual X-LIBRAS.

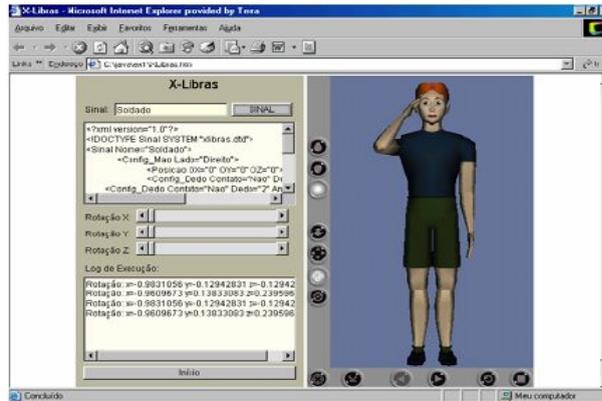


Figura 3 - Ambiente virtual X-LIBRAS

O vocabulário X-LIBRAS é baseado na definição de Ferreira Brito e Langevin [6], que divide o sinal em quatro unidades mínimas distintas: configuração das mãos, ponto de articulação, movimento e expressão facial. Neste vocabulário, cada dedo da mão está posicionado em relação a um eixo XYZ definido pelo autor, possui um ângulo de contração (0° , 45° ou 90°) e podem estar em contato com outro dedo ou não. Os movimentos podem ser retilíneo, circular ou contínuo. A expressão facial pode ser definida a partir da configuração da rotação da cabeça em relação a um eixo XYZ e do rosto. É possível também escolher uma das onze opções oferecidas pelo sistema: sobranceira franzida, olhos arregalados, lance olhos, sobranceira levantada, bochecha inflada, bochecha contraída, lábios contraídos, língua, bochecha direita inflada, contração lábios ou franzir.

Com relação a configuração das mãos, uma das limitações do X-LIBRAS é que não é possível representar, por exemplo, a configuração de dedos ilustrada na Figura 4, uma vez que o sistema não oferece a opção de um dedo (no caso, o dedo indicador) cruzar outro dedo (no caso, o dedo médio). Além disso, o X-LIBRAS não suporta alguns tipos de movimentos propostos pro Ferreira Brito e Langevin [6], como, por exemplo:

- Interação;
- Torcedura de pulso;
- Contato;
- Dobramento de pulso;

Segundo Ferreira Brito e Langevin [6] e Quadros e Karnopp [2], o movimento dos ombros e do tronco são considerados como expressões não-manuais e também não são suportados pelo X-LIBRAS. O grupo de possíveis expressões faciais proposto também é limitado.

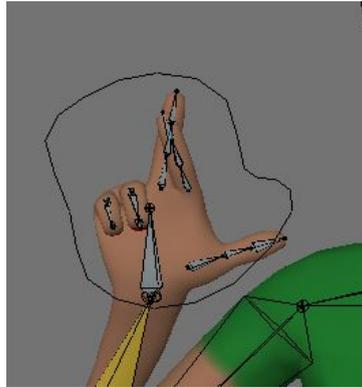


Figura 4 - Configuração cujos dedos estão cruzados

3.2. Dicionário 3DictSL

Buttussi *et al* [16] propõe a construção de um dicionário internacional de sinais, que possibilita uma busca simples por sinais utilizando palavras ou os parâmetros de configuração das línguas de sinais. Este trabalho também apresenta uma arquitetura cliente-servidor que permite a extensão e a utilização desse dicionário por comunidades surdas que utilizem diferentes línguas de sinais. Deste modo, usuários surdos de diferentes países podem buscar por representações de sinais de outras línguas. Na Figura 5 é apresentado o sistema 3DictSL e seus parâmetros de configuração.

O 3DictSL define sua linguagem de representação dos queremas a partir da proposta de Stokoe [5] sobre a ASL (*American Sign Language*). Stokoe [5] aponta quatro principais parâmetros de configuração para a língua americana de sinais: 1) Configuração de mão; 2) Orientação da palma da mão; 3) Localização; 4) Movimento.

Uma das limitações da representação de sinais proposta por Buttussi *et al.* [16] é a ausência das expressões não-manuais. A inclusão desse parâmetro é apresentada como uma proposta de trabalho futuro. Os tipos de movimento abordados por esse sistema são

separados em quatro grupos: reto, arco, curvo e os demais. Esta abordagem dificulta a escolha do tipo de movimento de um sinal, pois segundo Ferreira Brito e Langevin [6], os possíveis tipos de movimento estão subdivididos em 6 grupos: contorno, interação, torcedura de pulso, dobramento de pulso, contato e interno das mãos. Não está claro se o autor representa na sua linguagem restrições fonológicas, por exemplo, apresentadas em Quadros e Karnopp [2] e Battison [8], que referem-se ao uso da mão esquerda como ponto de articulação ou não, por exemplo.

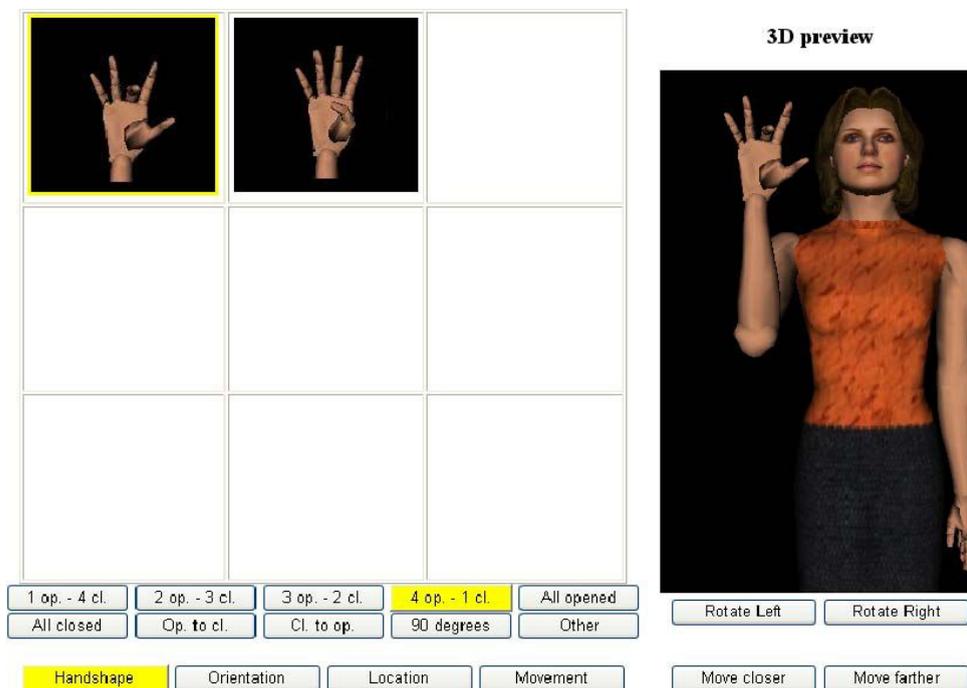


Figura 5 - Sistema 3DictSL

3.3. e-LIS

O e-LIS é um projeto de pesquisa que propõe a criação de um dicionário bilíngue da língua italiana de sinais (LIS). Este sistema adota quatro classes de parâmetros que definem os sinais:

1. Configuração de mão
2. Orientação da palma da mão
3. Movimento

4. Locação

A partir da escolha dos parâmetros de configuração providos pelo sistema, uma busca é efetuada e os sinais que possuem os queremas escolhidos são listados. O sistema define 56 possíveis configurações de mão e as agrupa de acordo com o número de dedos usados em cada configuração. Os movimentos são divididos em sete tipos:

1. Neutro ou Nenhum
2. Retilíneo
3. Circular
4. Flexão de pulso / de Dedo
5. Abertura e Fechamento da mão
6. Ondulatório / de Percussão
7. Interação

Neste trabalho também não é possível representar expressões não-manuais. Na Figura 6 é ilustrado o sistema de busca por sinais do e-LIS.



Figura 6 - Dicionário bilíngüe e-LIS

3.4. BuscaSigno

Duduchi e Capovilla [17] propõem uma solução para a busca por sinais da LIBRAS a partir dos parâmetros de configuração (queremas) da língua, em vez de utilizar um ordenamento alfabético dos verbetes. Duduchi e Capovilla [17] argumentam que indexar os sinais com base na sua composição quirêmica possibilita aos surdos um sistema de busca por sinais tão eficiente quanto o sistema de busca por indexação alfabética das palavras para o ouvinte.

Este sistema permite localizar diretamente um dentre os milhares de sinais de LIBRAS, a partir de representações das características do sinal desejado. Deste modo, os sinais são indexados de acordo com a articulação das mãos e dos dedos, o local da articulação no espaço da sinalização, o movimento envolvido e a expressão facial associada.

A fim de organizar a sistematização dos principais queremas da LIBRAS, este trabalho utiliza a seguinte padronização da estrutura dos parâmetros de configuração dos sinais da língua:

1.) MÃOS

1.1.) Articulação da(s) Mão(s)

1.1.1.) AMD: Articulação da Mão Direita

1.1.2.) AME: Articulação da Mão Esquerda

1.2.) Orientação da(s) Palma(s)

1.2.1.) OPD: Orientação da Palma Direita

1.2.2.) OPE: Orientação da Palma Esquerda

1.3.) Orientação da(s) Mão(s)

1.3.1.) OMD: Orientação da Mão Direita

1.3.2.) OME: Orientação da Mão Esquerda

1.4.) RM: Relação entre Mãos

2.) DEDOS

2.1.) Que Dedos

2.1.1.) QDD: Que Dedo(s) Direito(s)

2.1.2.) QDE: Que Dedo(s) Esquerdo(s)

2.2.) Articulação dos Dedos

2.2.1.) ADD: Articulação do(s) Dedo(s) Direito(s)

2.2.2.) ADE: Articulação do(s) Dedo(s) Esquerdo(s)

3.) LOCAL DA ARTICULAÇÃO

3.1.) CP: Cabeça e proximidades

3.2.) RF: Rosto e Face

3.3.) TA: Tronco (Tórax e Abdome)

3.4.) PB: Membros (Pernas e Braços)

4.) MOVIMENTO

4.1.) Movimento das Mãos

4.1.1.) MMD: Movimento da Mão Direita

4.1.2.) MME: Movimento da Mão Esquerda

4.2.) Tipo de Movimento das Mãos

4.2.1.) TMD: Tipo de Movimento da Mão Direita

4.2.2.) TME: Tipo de Movimento da Mão Esquerda

4.3.) Movimento dos Dedos

4.3.1.) MDD: Movimento do(s) Dedo(s) Direito(s)

4.3.2.) MDE: Movimento do(s) Dedo(s) Esquerdo(s)

4.4.) Frequência ou Intensidade do Movimento

4.4.1.) FI: Frequência ou Intensidade do Movimento

4.5.) Movimento do Corpo

4.5.1.) MC: Movimento do Corpo

5.) EXPRESSÃO FACIAL

5.1.) SSP: Sentimentos e Sensações Positivas

5.2.) SSN: Sentimentos e Sensações Negativas

5.3.) EMF: Estados e Movimentos da Face

A Figura 7 ilustra o sinal AMAZONAS em LIBRAS. Segundo Duduchi e Capovilla [17], "os componentes quirêmicos do sinal AMAZONAS são AMD: 36 (Articulação da mão direita: aberta), OP: 3 (Orientação da palma direita: para frente), OMD: 5 (Orientação da mão direita: apontando para cima), LA: 32 (Local de articulação: tocando a testa), MMD: 4 (Movimento da mão direita: para a direita), e MDD: 11 (Movimento de dedos da mão direita: fechando um a um)."



Figura 7 - Sinal AMAZONAS em LIBRAS

3.5. Trabalhos que Utilizam o *SignWriting*

Na literatura científica, também existem alguns trabalhos relacionados a línguas de sinais baseados no sistema de escrita *SignWriting*. Conforme comentado na Seção 2.2, o *SignWriting* é um sistema de escrita desenvolvido a partir dos sinais com o intuito de retratar as características das línguas de sinais e possibilitar aos deficientes auditivos e ouvintes a representação da língua de forma escrita sem a necessidade de uma língua oral. De acordo com Sutton [18], esse sistema tem um caráter gráfico-esquemático intuitivo que funciona como um sistema de escrita alfabética, em que as unidades básicas representam unidades gestuais fundamentais, suas propriedades e relações. Nas subseções abaixo são apresentados alguns trabalhos sistemas que utilizam o sistema *SignWriting* e foram estudados pelo autor deste trabalho.

3.5.1. SIGNSIM

Campos *et al.* [19] propõem o SIGNSIM, que é uma ferramenta que auxilia os deficientes auditivos e ouvintes no aprendizado da Língua Brasileira de Sinais. Este sistema utiliza o *SignWriting* e possibilita a tradução entre a língua portuguesa e a LIBRAS.

No sistema, existem dois módulos que se diferenciam pela língua utilizada: a língua de sinais ou a língua portuguesa. No primeiro caso, o usuário informa as características do sinal que ele deseja traduzir para o português: configuração das mãos, dedos, movimento, toque, expressão facial e ponto de articulação. Com isso, também é possível visualizar uma animação 3D com as configurações inseridas pelo usuário. No segundo caso, por outro lado, o usuário escreve em português e solicita a tradução para LIBRAS. Na Figura 8, é apresentada uma captura de tela do sistema SIGNSIM.



Figura 8 – SIGNSIM

3.5.2. Editor para Textos em Língua de Sinais Escritos em *SignWriting*

O editor para textos em línguas de sinais, proposto por Duduchi e Capovilla [17], é composto por um editor de sinais (denominado *SWEdit*), utilizado na criação e edição de textos em línguas de sinais, e por uma ferramenta que auxilia a modificação/adição dos símbolos utilizados pelo editor de sinais (denominado *AlfaEdit*).

Dimuro *et al.* [20] propôs em 2002 uma linguagem de marcação que padronizasse o formato utilizado pelos sistemas desenvolvidos para línguas de sinais e permitisse o intercâmbio de documentos entre programas. A SWML (*SignWriting Language Markup*) foi desenvolvida com base na tecnologia XML e é utilizada neste editor. Ele também utiliza os conceitos apresentados na seção 2.3 para o agrupamento de símbolos. Na Figura 9 é ilustrada a interface do *AlfaEdit*.

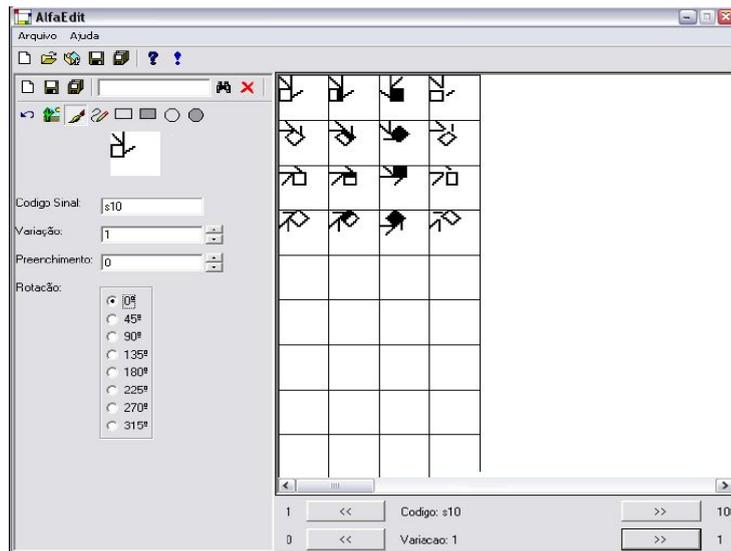


Figura 9 - Interface do *AlfaEdit*

Os símbolos criados no sistema *AlfaEdit* formam, deste modo, um alfabeto, que será utilizado no sistema *SWEdit*, possibilitando a criação e edição de textos em línguas de sinais.

3.5.3. Sign Dic

Macedo [21] propôs o SignDic, que é um ambiente multimídia para criação e consulta de dicionários bilíngues de línguas de sinais e línguas orais. Ele separa a estrutura interna dos sinais em algumas subestruturas, como, por exemplo: Configuração de Mão, Movimento da Mão, Expressão Facial e Corpo. Cada subestrutura possui vários parâmetros, listados abaixo:

- Configuração de mão
 - Mão (esquerda ou direita)
 - Grupo da mão (1 entre os 10 grupos os quais se diferenciam pelas posições dos demais dedos)
 - Configuração dos dedos

- Plano da mão (Plano horizontal ou vertical)
- Posição da mão (1 entre as 8 possíveis posições de mão para cada um dos planos da mão)
- Orientação da palma (1 entre as 4 possíveis orientações da palma da mão: palma voltada para o emissor, para o lado esquerdo, para o lado direito e para frente)
- Ponto de articulação
- Plano do braço
- Ângulo do braço
- Plano do antebraço
- Ângulo do antebraço
- Movimento: dos dedos, contato, das mãos, compostos
 - Movimento interno
 - Movimento dos dedos
 - Dedos em movimento
 - Frequência
- Contato
 - Contato
 - Frequência
 - Local da mão em contato
 - Local em contato com a mão
 - Dinâmica (tensão e velocidade dos movimentos)
- Expressão Facial
 - Testa
 - Sobrancelha
 - Olhos
 - Olhar

- Bochecha
- Nariz
- Boca
- Língua
- Dentes
- Queixo

- Corpo (movimentos do ombro, tronco e cabeça)
 - Ombro
 - Posição
 - Movimento
 - Frequência
 - Dinâmica
 - Tronco
 - Posição
 - Movimento
 - Frequência
 - Dinâmica
 - Cabeça
 - Posição
 - Movimento
 - Frequência
 - Dinâmica

Na Figura 10 é ilustrada a tela principal do sistema SignDic, onde são apresentados os grupos de mão e uma barra de ícones contendo letras, o que significa um agrupamento dos sinais a partir dos seus significados na língua oral.

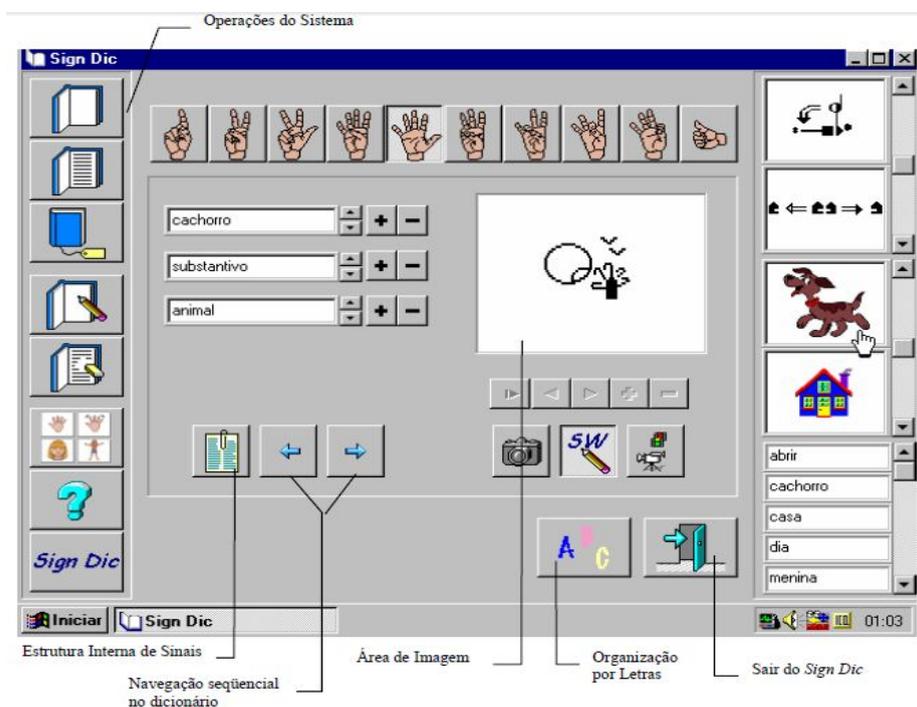


Figura 10 - Tela Principal do SignDic (extraída de Macedo [21])

Neste capítulo foram apresentados os principais trabalhos encontrados na literatura relacionados ao presente trabalho. Alguns destes baseiam-se no sistema de escrita *SignWriting* e outros possuem linguagens próprias de definição de sinais. No próximo capítulo será apresentada a solução proposta pelo autor deste trabalho.

4. SOLUÇÃO PROPOSTA

Conforme mencionado no Capítulo 2 e ilustrado na Figura 11, um sinal em LIBRAS é formado pela combinação de unidades mínimas distintas como, por exemplo, a configuração de mão, orientação da palma da mão, ponto de articulação, tipo de movimento e expressão não manual. A partir dessas unidades básicas é possível criar ambientes virtuais para representação de sinais em LIBRAS, construir vocabulários e dicionários de sinais em LIBRAS, permitindo a divulgação da língua, bem como, a construção de sistemas para geração de vídeos em LIBRAS (por exemplo, em Amorim *et al.* [22] e Ferreira *et al.* [23]), dentre outros.

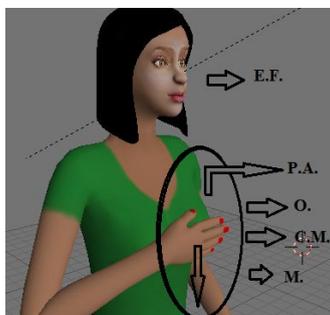


Figura 11 - Parâmetros Constituintes da LIBRAS

Na linguagem de descrição proposta neste trabalho, cada sinal em LIBRAS pode ser definido como um conjunto de movimentos, em que cada movimento possui uma configuração inicial e final das mãos, braços e face, um tipo de trajetória (por exemplo, retilíneo, circular, semicircular etc), uma direção (por exemplo, de dentro pra fora, da direita pra esquerda, etc), além de parâmetros para indicar quais mãos são usadas no movimento (direita, esquerda ou ambas), entre outros.

Formalmente, define-se um sinal s da seguinte maneira:

$$s = \langle mt_1, \dots, mt_n \rangle, \text{ onde}$$

$mt_i = \langle \text{contato} \mid \text{interação} \mid \text{torcedura do pulso} \mid \text{dobramento do pulso} \mid \text{interno das mãos} \mid \text{geométrico} \rangle, i = 1, 2, \dots, n,$

contato =< *ct* >,
interação =< cf_{ini} cf_{fin} >,
torcedura do pulso =< cf_{ini} cf_{fin} *rot* >,
dobramento do pulso =< cf_{ini} cf_{fin} *dir* >,
interno das mãos =< cf_{ini} cf_{fin} *t, s, cd* >,
geométrico =< *pontual* | *retilíneo* | *circular* | *semicircular* | *sinuoso* | *helicoidal* | *angular* >,
pontual =< *param* >,
retilíneo =< *param* >,
circular =< *param, rs, cd, mo* >,
semicircular =< *param, rs, cd, mo, ty* >,
sinuoso =< *param, rs, cd, mo* >,
helicoidal =< *param, rs, cd, mo* >,
angular =< *param, rs, cd, mo* >,
param =< cf_{ini} cf_{fin} *rep, hu, (sync)?* >
 cf_t =< *hs, o, loc, fe* >, *t* = *ini, fin*,
o =< *ho, hd, fd* >

em que mt_1, \dots, mt_n são um conjunto de tipos de movimentos. que podem ser de contato, interação, torcedura do pulso, dobramento do pulso, interno das mãos ou geométrico. O movimento geométrico possui um subconjunto de tipos (pontual, retilíneo, circular, semicircular, sinuoso, helicoidal ou angular), O campo *param* é um conjunto comum de parâmetros formado por cf_{ini} , cf_{fin} , *rep*, *hu*, *sync*, os quais significam, respectivamente, configuração inicial e final de cada movimento (mt_i , repetição, mãos utilizadas no sinal e sincronização. Os parâmetros *ct*, *rot*, *dir*, *t*, *s*, *cd*, *rs*, *mo*, *ty* são, tipo de contato, sentido de rotação, direção de dobramento, tipo de movimento interno das mãos, simultaneidade, sentido do movimento, tamanho do raio, orientação do movimento, tipo do movimento semicircular, respectivamente.

hs, o, loc, fe são a configuração de mão, a orientação da palma da mão (por exemplo, para cima, para baixo, para frente, para trás etc) e a locação e expressão facial de cada configuração. *ho, hd e fd* são a orientação da palma da mão, a direção da palma da mão (para frente, para dentro, para baixo, por exemplo) e a direção da ponta dos dedos (para cima, para baixo, por exemplo)

A partir da formalização acima, foi definida uma representação XML para representar cada um dos parâmetros definidos a fim de possibilitar a descrição de um sinal. O Anexo B ilustra do *Document Type Definition (DTB)*, que contém as regras utilizadas na descrição de um vocabulário específico para a linguagem proposta. As Figuras 12 e 13 ilustram exemplos das representações XML dos sinais LÁBIO e CORRETO em LIBRAS, respectivamente.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<sinal>
  <nome>LABIO </nome>
  <movimento tipo="circular" tamanho-raio="pequeno"
sentido="horario" orientacao="paralela-ao-corpo"
flag-repeticao="sem-repeticao" mao-usada="direita" >
    <config>
      <config-mao> 14 </config-mao>
      <config-palma> orientacao="paralela-ao-corpo"
sentido="para-tras" sentido-dedos="para-cima" </config-palma>
    </config>
    <ponto-articulacao local="cabeca" subdivisao="boca" />
    <expressao-facial="neutra" >
  </movimento>
</sinal>
```

Figura 12 - Documento XML do sinal LÁBIO

Os atributos *mao-usada* e *sentido*, representam, respectivamente, às *flags* *lh_f*, *rh_f* que indicam quais são as mãos utilizadas no movimento e o sentido do movimento (horário ou anti-horário, por exemplo). O atributo *orientacao* representa o referencial adotado no movimento (paralelo ou perpendicular ao corpo do sinalizador), *flag-repeticao* indica se há repetição do movimento descrito e *tipo* representa o tipo de trajetória do movimento. Os atributos da *tag config-palma* são *orientação*, *sentido* e

sentido-dedos referem-se, respectivamente, ao referencial adotado da mão em relação ao corpo, o sentido adotado pela palma da mão e o sentido da ponta dos dedos. A *tag expressao-facial* representa o fonema de expressão não-manual do sinal representado.

Na Figura 12, o sinal LÁBIO é definido como sendo sinalizado apenas com a mão direita e o movimento executado é circular, ao redor da boca. Não há mudanças de configuração de mão, orientação e do ponto de articulação durante a execução do sinal, visto que as configurações inicial e final são as mesmas.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<sinal>
  <nome>CORRETO </nome>
  <movimento tipo="retilineo"
flag-repeticao="sem-repeticao" mao-usada="direita">
    <config estado="inicial">
      <config-mao> 17 </config-mao>
      <config-palma> orientacao="paralela-ao-solo"
sentido="para-dentro" sentido-dedos="para-frente" </config-palma>
    </config>
    <ponto-articulacao estado="inicial" local="espaco-neutro"
subdivisao="busto-direito-mediana">
      <ponto-articulacao estado="final" local="espaco-neutro"
subdivisao="cintura-direita-mediana">
        <expressao-facial="neutra">
          </movimento>
</sinal>
```

Figura 13 - Documento XML do sinal CORRETO

De acordo com a Figura 13, tem-se duas configurações (inicial e final) tanto para a configuração da mão quanto para ponto de articulação. Neste caso, tem-se um deslocamento linear do ponto de articulação inicial para o final.

As restrições fonológicas, descritas na Seção 2.1.1, também são suportadas pela linguagem proposta. Quando a mão secundária funciona apenas como ponto de articulação, tem-se o seguinte trecho de um documento XML, ilustrado na Figura 14.

```

<locacao>
  <config>
    <config-mao> </config-mao>
    <config-palma> orientacao="" sentido=""
sentido-dedos="" </config-palma>
  </config>
  <ponto-articulacao local="" subdivisao="" >
</locacao>

```

Figura 14 - Trecho de Documento XML para Representar Restrição Fonológica

4.1. Expandindo parâmetros e fonemas

Como a LIBRAS é uma língua natural e viva, novos sinais, parâmetros ou fonemas podem surgir espontaneamente. Em consequência disso, uma linguagem que descreve (ou representa) sinais em LIBRAS deve ser flexível e dinâmica para incorporar as mudanças naturais da língua.

Para que isso seja possível, um mecanismo de inclusão de novos fonemas também foi desenvolvido e incorporado à linguagem. Esse mecanismo utiliza bibliotecas de poses, onde cada um delas contém todos os parâmetros de localização e rotação dos ossos a partir de um modelo de avatar humanóide 3D pré-definido (apresentado na Seção 4.2.). A Figura 15 ilustra a biblioteca de poses dos pontos de articulação previamente criada e as Figuras 16, 17 e 18 ilustram documentos XML's utilizados na adição de novas configurações às bibliotecas de pose.

```

pa_26 -> cintura-dir.002
ik_FK.R loc 4.674716 -1.916744 3.499999 rot 0.000000 0.000000 0.000000
bnpolyV.R loc -2.003983 -5.466210 -3.430832 rot 0.000000 0.000000 0.000000

pa_27 -> cintura-esq
ik_FK.R loc 5.971952 -2.010306 1.700004 rot 0.000000 0.000000 0.000000
bnpolyV.R loc -2.003983 -5.466210 -3.430832 rot 0.000000 0.000000 0.000000

pa_28 -> cintura-esq.001
ik_FK.R loc 5.971952 -2.010306 2.500000 rot 0.000000 0.000000 0.000000
bnpolyV.R loc -2.003983 -5.466210 -3.430832 rot 0.000000 0.000000 0.000000

...

pa_32 -> nariz
ik_FK.R loc 5.393439 0.941566 1.659460 rot 0.000000 0.000000 0.000000
bnpolyV.R loc -3.856159 -5.466209 -3.430832 rot 0.000000 0.000000 0.000000

```

Figura 15 - Biblioteca de Poses PontoDeArticulação

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<descriptor>
  <add-fonema> opcao="conf-mao"
lado-corpo="direito" numero-ossos="15">
  <bndedo.1.R>
    <loc x="" y="" z="" >
    <rot x="" y="" z="" >
  </bndedo.1.R>
  <bndedo.1.R.006>
    <loc x="" y="" z="" >
    <rot x="" y="" z="" >
  </bndedo.1.R>
  <bndedo.1.R.005>
    <loc x="" y="" z="" >
    <rot x="" y="" z="" >
  </bndedo.1.R.005>
  <bndedo.1.R.013>
    <loc x="" y="" z="" >
    <rot x="" y="" z="" >
  </bndedo.1.R.013>
  </add-fonema>
</descriptor>

```

Figura 16 - Documento XML do Descritor AdicionaConfiguraçãoMao

Conforme pode ser observado nas Figuras 16, 17 e 18, a adição de novos parâmetros na linguagem é feita através da especificação de descritores que contém os parâmetros de localização e rotação dos ossos correspondentes aquele parâmetro.

Por exemplo, para adicionar uma nova configuração de mão à biblioteca de poses (ver Figura 16), o descritor deve fornecer os parâmetros de localização de rotação de cada um dos ossos encontrados na mão do modelo do avatar 3D (descrito na Seção 4.2.). Para a adição de novos Pontos de Articulação ou Locação apenas a localização e a rotação de dois ossos precisam ser especificados, um osso que controla o pulso e outro que controla as deformações do cotovelo (ver Figura 17).

As novas Orientações das Mãos são definidas a partir da configuração de dois ossos do modelo proposto, localizados na mão e antebraço do avatar (ver Figura 18).

As expressões faciais, por outro lado, diferem dos demais parâmetros de configuração encontrados nas bibliotecas de pose, pois cada nova expressão pode manipular um número diferente de ossos, encontrados na face do modelo do avatar. A expressão facial "Olhos Arregalados", por exemplo, manipula os ossos localizados na região superior da face do avatar, mas não modifica os que deformam o queixo (ver Figura 19).

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<descritor>
  <add-fonema> opcao="ponto-articulacao"
lado-corpo="direito" numero-osso="2" >
  <ik_FK.R>
    <loc x="" y="" z="" >
    <rot x="" y="" z="" >
  </ik_FK.R>
  <bnpolyV.R>
    <loc x="" y="" z="" >
    <rot x="" y="" z="" >
  </bnpolyV.R>
</add-fonema>
</descritor>
```

Figura 17 - Documento XML do Descritor AdicionaPontoArticulação

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<descriptor>
  <add-fonema opcao="orientacao-mao"
lado-corpo="direito" numero-osso="2">
    <bnmao.R>
      <loc x="" y="" z="">
      <rot x="" y="" z="">
    </bnmao.R>
    <bnantbraco.R.001>
      <loc x="" y="" z="">
      <rot x="" y="" z="">
    </bnantbraco.R.001>
  </add-fonema>
</descriptor>

```

Figura 18 - Documento XML do Descritor AdicionaOrientaçãoMao

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<descriptor>
  <add-fonema
operacao="AdicionaExpressaoFacial"
numeroOssos="4">
    <BnBochecha.R>
      <Loc x="" y="" z=""></Loc>
      <Rot x="" y="" z=""></Rot>
    </BnBochecha.R>
    <BnSobrancCentro.L>
      <Loc x="" y="" z=""></Loc>
      <Rot x="" y="" z=""></Rot>
    </BnSobrancCentro.L>
    <BnLingua.001>
      <Loc x="" y="" z=""></Loc>
      <Rot x="" y="" z=""></Rot>
    </BnLingua.001>
    <BnPalpebSuper.R>
      <Loc x="" y="" z=""></Loc>
      <Rot x="" y="" z=""></Rot>
    </BnPalpebSuper.R>
  </add-fonema>
</descriptor>

```

Figura 19 - Documento XML do Descritor AdicionaExpressaoFacial

4.2. Modelo do Avatar Humanóide 3D

Para representar os sinais descritos pela linguagem proposta e permitir a incorporação de novos parâmetros também foi desenvolvido o modelo de um avatar

humanóide 3D. Este modelo foi instanciado usando o software Blender [24] com uma armadura composta por 82 ossos distribuídos da seguinte forma:

- 15 ossos em cada mão para configurar as configurações de mão;
- 23 ossos na face para configurar expressões ou movimentos faciais;
- 22 ossos nos braços e corpo para configurar movimentos de mão e corpo e
- 7 ossos auxiliares (i.e, ossos que não deformam a malha diretamente).

Dessa forma, para configurar os movimentos dos dedos, por exemplo, é necessário definir parâmetros de localização e rotação de cada um dos 15 ossos da mão. O mesmo deve ser feito para os ossos da face do avatar. O movimento do braço é realizado através do movimento de apenas dois ossos. O primeiro deles é localizado no punho e o segundo é um osso auxiliar que controla a deformação do cotovelo e antebraço.

Cinemática inversa é utilizada para relacionar as deformações entre ossos relacionados. Dessa forma, um movimento no osso do punho se espalhará pelos ossos do braço e antebraço.

Na Figura 20, é ilustrado o modelo do avatar humanóide 3D proposto com todos os ossos. As Figuras 21, 22 e 23 ilustram este modelo com ênfase nos ossos da face (Error: Reference source not found), mão (Error: Reference source not found) e corpo (Figura 22).

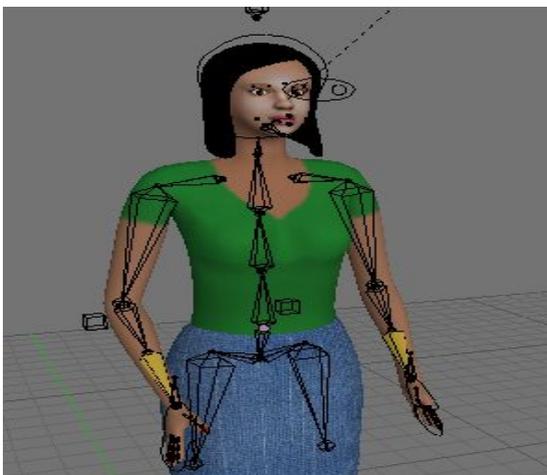


Figura 20 - Avatar Humanóide 3D

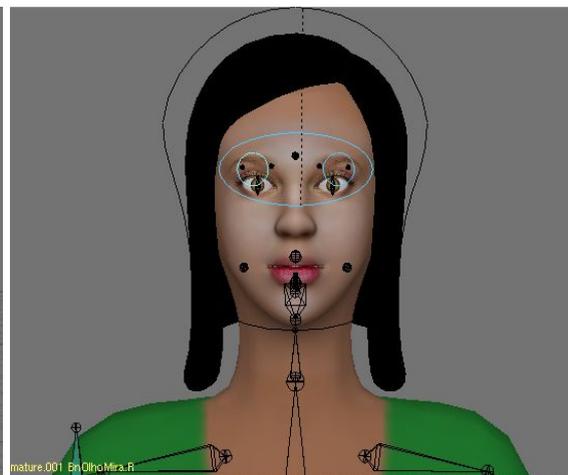


Figura 21 - Ossos Auxiliares da Face

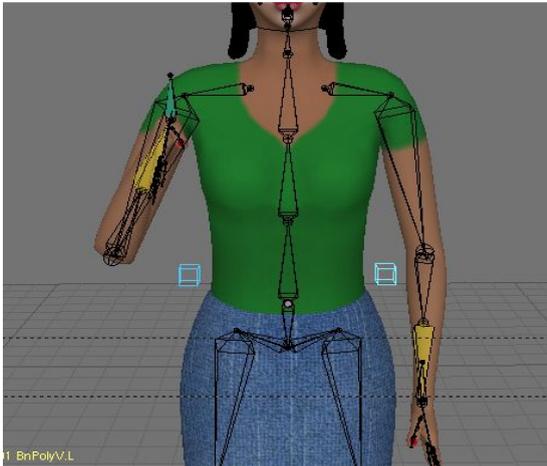


Figura 22 - Ossos auxiliares

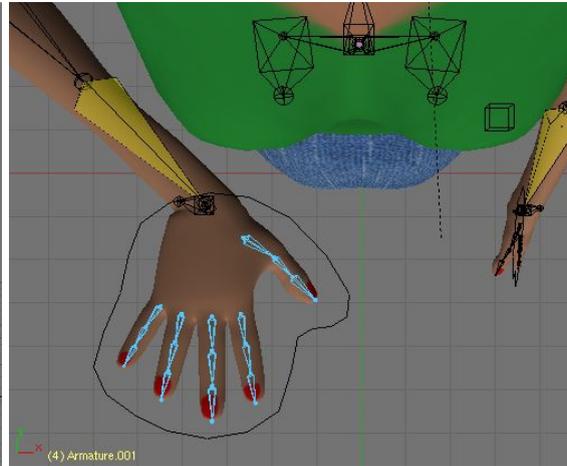


Figura 23 - Ossos da mão

Neste capítulo foram apresentados a linguagem de descrição de sinais proposta pelo autor, a estratégia adotada para a expansão do conjunto de fonemas da língua de sinais e o modelo de avatar humanóide 3D desenvolvido para representar os sinais descritos por esta linguagem. No próximo capítulo, será apresentado o estudo de caso desenvolvido, com a finalidade de avaliar a viabilidade do uso da linguagem proposta.

5. ESTUDO DE CASO: WIKILIBRAS

A fim de verificar a abrangência da linguagem proposta nesse trabalho, esse capítulo apresenta alguns resultados obtidos a partir da realização de um estudo de caso utilizando o WikiLIBRAS, caracterizado como um sistema colaborativo para construção e exibição de sinais. Inicialmente, será apresentada a arquitetura desse sistema e, em seguida, serão apresentados alguns resultados desse estudo de caso.

5.1. WikiLIBRAS

O WikiLIBRAS é um sistema para construção colaborativa de um dicionário multimídia em LIBRAS, o qual pode ser utilizado no ensino-aprendizagem, em sistemas cujo objetivo seja a divulgação de LIBRAS, na composição de sistemas de tradução automática Português-LS. A arquitetura do sistema proposto é apresentada na Figura 24.

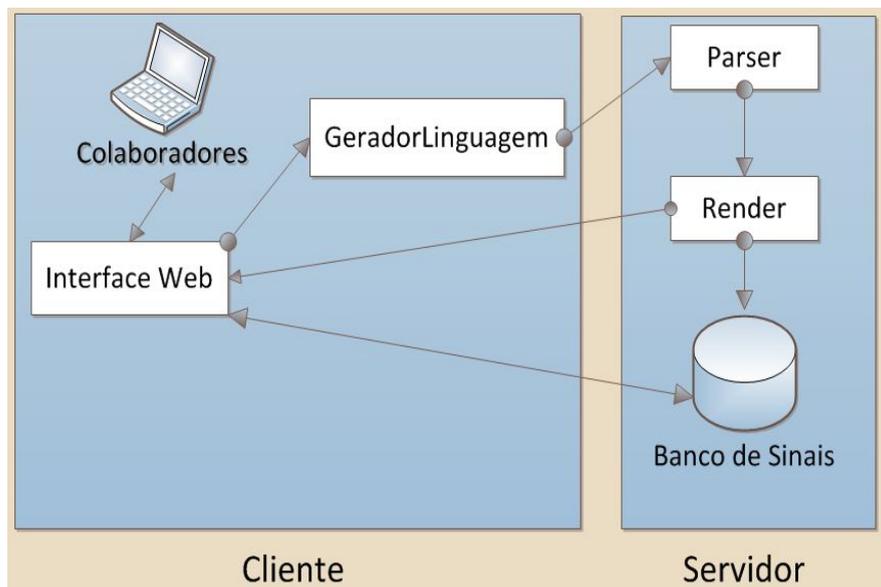


Figura 24 - Arquitetura do sistema proposto

Conforme observado na Figura 24, inicialmente os colaboradores acessam o ambiente colaborativo através de uma interface Web, podem configurar novos sinais ou realizar buscas pelo dicionário visualizando os sinais já gerados. Quando o usuário configura um novo sinal, um componente **Gerador Linguagem** converte as interações do usuário na linguagem de representação de LIBRAS proposta neste trabalho (ver Capítulo 4). Em seguida, essa representação é enviada para o servidor que interpreta essa representação através de um componente **Parser**, que converterá essa representação em um conjunto de parâmetros de um agente animado virtual, um avatar-3D. Esses parâmetros são enviados para um componente **Render** que renderiza uma animação a partir destes parâmetros, gerando ao final uma animação (ou vídeo) para que seja possível então avaliar se a animação foi gerada corretamente pelo sistema. Após a validação pelo usuário, o sinal é armazenado temporariamente no banco de dados e precisa passar por uma etapa de supervisão antes de entrar no dicionário.

Na etapa de supervisão, todos os sinais gerados são avaliados por especialistas em LIBRAS cadastrados no sistema, antes de entrar no dicionário. Isso evita, por exemplo, que sinais gerados incorretamente sejam inseridos no dicionário. O processo de geração/supervisão dos sinais é ilustrado na Figura 25.

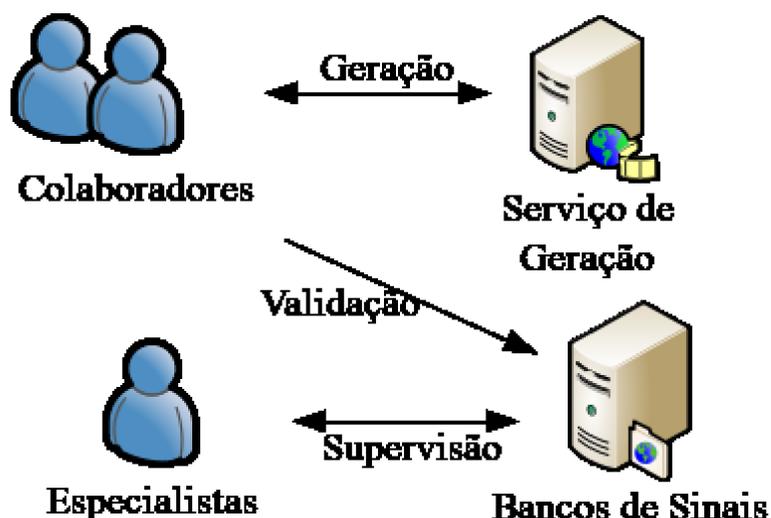


Figura 25 - Processo de geração/supervisão colaborativa.

Um dos maiores desafios enfrentados na implementação do sistema WikiLIBRAS foi desenvolver uma interface acessível. Como o sistema é voltado para deficientes auditivos, que possuem, em geral, dificuldades para ler textos em línguas orais, a interface proposta utiliza estratégias alternativas para interagir com os usuários, promovendo a inteligibilidade do serviço oferecido.

A interface web foi projetada e desenvolvida utilizando-se Adobe® Flash® CS5.5[25]. Esta interface concentra elementos gráficos e animações e utiliza o mínimo de elementos textuais. Inicialmente, para configurar um novo sinal, os usuários escolhem o tipo de movimento (ver Figura 26).

De acordo com a Figura 26, no lado direito na tela principal do sistema, são exibidas as principais configurações escolhidas pelo usuário. Se o usuário escolhe, por exemplo, o tipo de movimento circular, uma animação seja exibida com a mão direita executando um movimento do tipo escolhido, ajudando os usuários. Em seguida, a configuração de mão, orientação da palma da mão, ponto de articulação e a expressão facial são configurados. As Figuras 27, 28 e 29 ilustram esses passos de configuração;

The image shows a user interface divided into two main sections: 'Registro do Sinal' (Signal Registration) on the left and 'Preview' on the right. In the 'Registro do Sinal' section, there is a text input field for 'Nome do Sinal' containing the word 'Casa'. Below it, there are four buttons for 'Tipo do Movimento': 'Retilíneo', 'Pontual', 'Circular', and 'Semicircular'. Underneath these are two buttons for 'Quantidade de Repetição': 'Uma' and 'Duas'. At the bottom of this section is a large green button labeled 'Configurar Sinal'. The 'Preview' section on the right contains two buttons, 'Retilíneo' and 'Uma', and a large circular graphic with a hand icon on the right side, indicating a preview of the selected motion.

Figura 26 - Tela Principal do WikiLIBRAS

De acordo com as Figuras 27, 28, 29 e 30 nas telas de configuração são apresentadas ao usuário um conjunto de imagens (opções) associadas com o fonema. O usuário então escolhe as opções de acordo com o sinal que deseja configurar. Além disso, abaixo das telas é apresentado uma *timeline* com as configurações que já foram escolhidas (ver Figura 31). O usuário pode modificar os fonemas previamente configurados clicando apenas nos pequenos *frames* da *timeline* e então atualizando a configuração.

Após escolher todos os parâmetros do sinal, uma animação é gerada a partir da execução dos outros componentes do sistema WikiLIBRAS (ver Figura 24). Uma animação é apresentada ao usuário, que pode então validar ou não o sinal gerado.



Figura 27 - Tela de Configuração da Mão

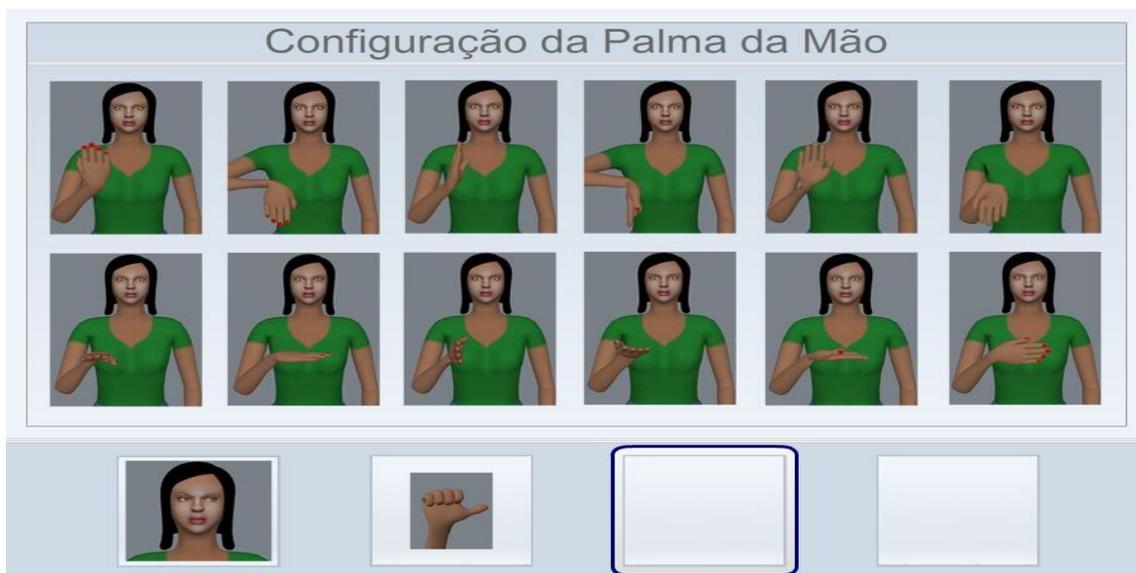


Figura 28 - Tela de Configuração da Palma da Mão

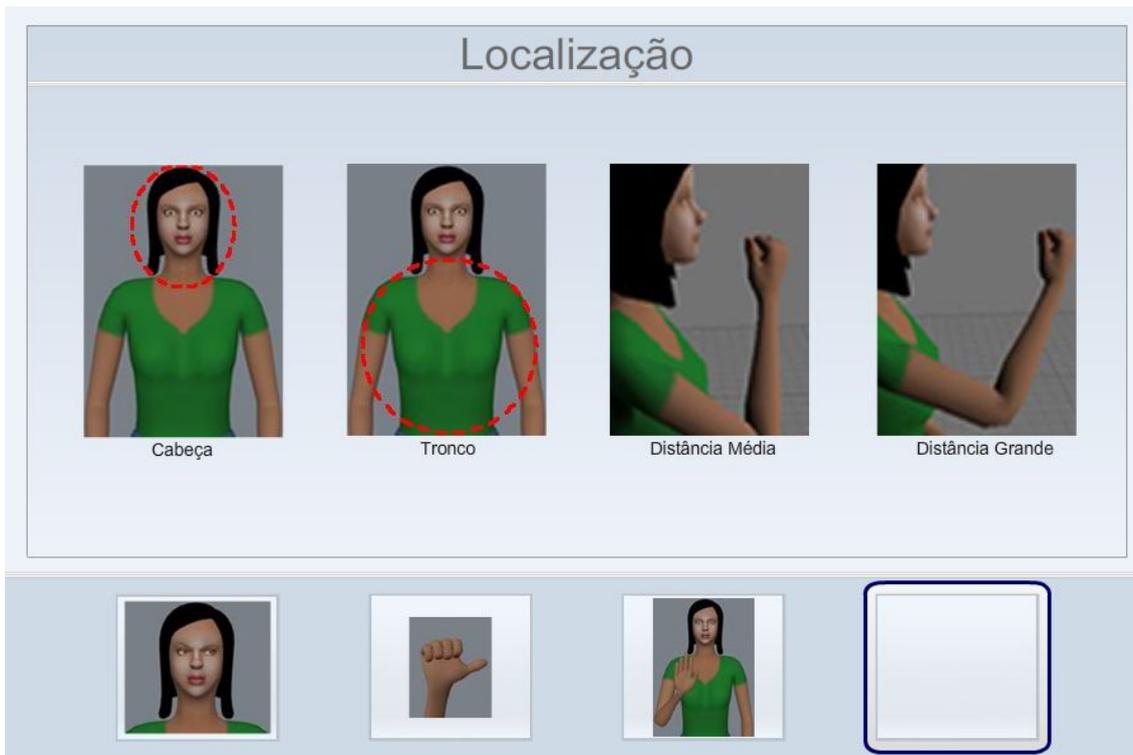


Figura 29 - Tela de Configuração do Ponto de Articulação



Figura 30 - Tela de Configuração da Expressão Facial



Figura 31 - Tela de Confirmação

Neste capítulo foi apresentado o estudo de caso desenvolvido para validar a linguagem de descrição proposta pelo autor. A arquitetura, o sistema de supervisão/colaboração, os fonemas adotados e o processo de renderização de sinais também foram explicados. No próximo capítulo serão apresentados os resultados obtidos dos testes executados para avaliar a usabilidade do sistema WikiLIBRAS e a abrangência da linguagem de descrição proposta.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fim de avaliar a solução proposta, foram realizados testes com o WikiLIBRAS, deficientes auditivos e intérpretes de LIBRAS. Os usuários que participaram do teste foram convidados a gerar um conjunto de sinais, previamente escolhidos, utilizando o sistema WikiLIBRAS e a corretude dos sinais e a eficiência dos usuários entrevistados foram comparados com os resultados obtidos por designers 3D, que também geraram manualmente o mesmo conjunto de sinais.

Os experimentos foram realizados na Fundação de Apoio ao Deficiente (FUNAD) com onze deficientes auditivos e três intérpretes de LIBRAS. O grupo de usuários era formado por sete homens e sete mulheres, com idades entre doze e quarenta e dois anos, cuja média foi de 25,43 anos. Os graus de educação, o conhecimento da LIBRAS e do Português Brasileiro (PB) também foram observados, estão numa escala de 1 a 6 e são ilustrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Informações Pessoais dos Usuários Entrevistados

Usuários	Nível de Educação	Conhecimento da LIBRAS (1 a 6)	Conhecimento do Português Brasileiro (1 a 6)
Usuário 1	Ensino Superior Completo	5	5
Usuário 2	Pós Graduação	6	5
Usuário 3	Ensino Superior Completo	6	5
Usuário 4	Ensino Superior Completo	6	6
Usuário 5	Ensino Superior Incompleto	6	6
Usuário 6	Ensino Superior Incompleto	6	4
Usuário 7	Ensino Médio Completo	5	4
Usuário 8	Ensino Médio Completo	6	5
Usuário 9	Ensino Fundamental Incompleto	5	2

Usuário 10	Ensino Superior Incompleto	5	6
Usuário 11	Ensino Superior Completo	6	5
Usuário 12	Ensino Médio Completo	3	3
Usuário 13	Ensino Médio Completo	3	3
Usuário 14	Ensino Médio Incompleto	3	3

Os usuários foram convidados a gerar cinco sinais, utilizando o sistema WikiLIBRAS, e a responderem um questionário sobre alguns aspectos da solução proposta, tais como usabilidade, naturalidade do avatar humanóide 3D, dentre outras.

O questionário aplicado possui três partes distintas. Na primeira parte, informações pessoais foram coletadas tais como sexo, idade, grau de escolaridade, grau de conhecimento do PB e da LIBRAS. Na segunda parte, os usuários entrevistados especificaram quais sinais foram gerados corretamente e os motivos encontrados para a geração incorreta dos sinais que porventura foram gerados incorretamente. Na terceira parte do questionário, alguns aspectos foram avaliados a fim de observar o grau de satisfação do usuário com o sistema proposto. Foram aplicadas seis perguntas, numa escala de 1 a 6, acerca da usabilidade, naturalidade das animações geradas e das telas de configurações de mãos, orientações da palma da mão, pontos de articulação e expressões faciais. Os tempos requeridos para a criação de cada sinal também foram armazenados pelo sistema.

Como os sinais na linguagem de definição proposta, bem como as interações no sistema WikiLIBRAS, são definidas de acordo com os tipos de movimentos da língua, os sinais escolhidos para a realização dos testes também possuem diferentes tipos de movimento. A Tabela 4 apresenta os sinais escolhidos e seus tipos de movimento.

Tabela 4 - Sinais escolhidos para o Teste

Sinal	Tipo de Movimento
PRESIDENTE	Retilíneo
PROFESSOR	Semi-circular

LÁBIO	Circular
CALAR	Pontual
TIO	Pontual

De acordo com a Tabela 4, o sinal PRESIDENTE possui movimento do tipo retilíneo, o sinal PROFESSOR possui movimento semi-circular, o sinal LÁBIO possui movimento circular e os sinais CALAR e TIO possuem movimento pontual. Deste modo, é possível avaliar a geração de sinais que possuem esses tipos de movimento, os quais são os mais representativos tipos de movimento nas línguas de sinais. De acordo com Gibet, Lebourque and Morteau[26], esses tipos de movimento são usados em aproximadamente 97% dos sinais na Língua Francesa de Sinais.

As Figuras 32 e 33 ilustram algumas fotos do processo de avaliação, realizado na Fundação de Apoio ao Deficiente (FUNAD), as Tabelas 5, 6 e 7 apresentam os principais resultados obtidos. A eficácia e a eficiência dos usuários entrevistados são apresentadas na Tabela 5. A Tabela 6 ilustra as medidas por sinal do teste realizado e a Tabela 7 apresenta algumas medidas relacionadas com o grau de satisfação dos usuários com o sistema WikiLIBRAS.



Figura 32 - Foto do processo de avaliação do sistema WikiLIBRAS (1)



Figura 33 - Foto do processo de avaliação do sistema WikiLIBRAS (2)

De acordo com a Tabela 5, considerando todos os usuários, 81,43% dos sinais foram gerados corretamente, 81,82% foram gerados por deficientes auditivos e 80% por intérpretes de LIBRAS. A média de tempo requerido na criação de cada sinal foi de 93.96 segundos.

Tabela 5- Eficácia e eficiência dos usuários na geração dos sinal utilizando o sistema WikiLIBRAS

Usuários	Medidas	Média	Desvio Padrão
Surdos	% dos sinais corretos	81.82%	21.67%
Intérpretes	% dos sinais corretos	80.00%	16.33%
Todos	% dos sinais corretos	81.43%	20.65%
Todos	Tempo de criação do sinal	93.96 seg.	74.57 seg.

Tabela 6 - Eficácia e Eficiência dos usuários por sinal gerado utilizando o sistema WikiLIBRAS

Sinal	% dos usuários que geraram corretamente	Média de Tempo	Desvio Padrão
--------------	--	-----------------------	----------------------

PRESIDENTE	75.86%	126.33 seg.	100.93 seg.
PROFESSOR	57.14%	118.72 seg.	76.34 seg.
LÁBIO	92.90%	87.88 seg.	37.89 seg.
CALAR	90.00%	58.91 seg.	33.24 seg.
TIO	85.70%	53.21 seg.	25.85 seg.

Observa-se na Tabela 6 que os usuários tiveram maior dificuldade para gerar os sinais PROFESSOR E PRESIDENTE. O sinal PROFESSOR foi gerado corretamente por 57,14% dos usuários, enquanto o sinal PRESIDENTE obteve uma média de acerto de 75,86%. O restante dos sinais (LÁBIO, CALAR e TIO) foram criados corretamente por mais de 85% dos usuários. Os resultados obtidos são compatíveis com a média de tempo obtida por sinal gerado. Observa-se que os usuários gastaram mais tempo para gerar os sinais PROFESSOR E PRESIDENTE (118,72 e 126,33 segundos, respectivamente), e menos tempo para gerar os sinais LÁBIO, CALAR E TIO (87,88, 58.91 e 53.21 segundos, respectivamente).

De acordo com os usuários, a maior dificuldade encontrada foi o não entendimento de alguns parâmetros utilizados na Interface Web do sistema proposto. Como trabalho futuro, pretende-se adicionar vídeos explicativos de intérpretes de LIBRAS para ajudar os usuários durante a navegação pelo sistema.

Tabela 7 - Médias dos resultados para as perguntas sobre a satisfação dos usuários

Questões	Média (1 a 6)	Desvio Padrão
Usabilidade	4.77	1.59
Naturalidade da Animação	3.62	1.71
Tela de Configuração de Mão	4.69	1.84
Tela de Orientação da Palma da Mão	3.92	1.93
Tela de Expressões Faciais	4.92	1.04

Tela de Ponto de Articulação	4.69	1.55
------------------------------	------	------

De acordo com a Tabela 7, a maior média obtida foi o de usabilidade do sistema WikiLIBRAS (4,77). Os resultados são compatíveis com as médias das avaliações obtidas para as tela de Configuração de Mão (4,69), Expressões Faciais (4,92), e Ponto de Articulação (4,69) (ver Figuras 27, 28, 29 e 30). Entretanto, a tela de Orientação da Palma da mão obteve a menor média (3,92).

A menor média obtida (3, 62) foi a da naturalidade das animações 3D. Isso pode ser explicado porque a naturalidade da sinalização utilizando avatares humanóides 3D não pode ser comparada com a sinalização feita por intérpretes humanos. Como mencionado anteriormente nos trabalhos relacionados [23][27][28], soluções baseadas em avatares humanóides não são a primeira escolha da maioria dos deficientes auditivos, que preferem intérpretes humanos. Segundo Kipp *et al* [28], um dos motivos para essa preferência é a dificuldade da representação de emoções nas soluções que utilizam avatares humanóides e a criação de sinais menos robóticos.

A eficiência e eficácia dos deficientes auditivos e intérpretes foram comparadas com as dos designers 3D, que utilizaram um software de modelagem e animação (Blender, por exemplo). Foram convidados três experientes designers 3D para animar o mesmo conjunto de sinais (ver Tabela 4) no software Blender. Todos os sinais foram animados corretamente pelos designers 3D e a média dos tempos necessários na animação dos sinais foi armazenada. A Tabela 8 apresenta essas medições.

Tabela 8 - Eficácia e Eficiência dos designers 3D

Sinal	% dos usuários que geraram corretamente	Média	Desvio Padrão
PRESIDENTE	100.00%	656.67 seg.	379.56 seg.
PROFESSOR	100.00%	791.67 seg.	94.18 seg.
LÁBIO	100.00%	985.67 seg.	55.08 seg.
CALAR	100.00%	479.67 seg.	59.65 seg.

TIO	100.00%	643.00 seg.	319.05 seg.
Todos	100.00%	711.33 seg.	260.33 seg.

De acordo com a Tabela 8, embora os designers 3D tenham criado todos os sinais corretamente, a média de tempo necessária para gerar cada sinal foi muito maior que a média de tempo obtida pelos usuários do sistema WikiLIBRAS. Além disso, o número de deficientes auditivos e intérpretes de LIBRAS também é muito maior do que o número de designers 3D. Deste modo, a partir deste estudo inicial, temos indícios suficientes para concluir que é possível gerar um dicionário LIBRAS usando o WikiLIBRAS de uma forma mais produtiva do que gerá-lo manualmente utilizando o trabalho de designers 3D.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta uma linguagem para descrição de sinais em LIBRAS, a qual permite que os parâmetros que representam um sinal sejam descritos e partir deles uma animação possa ser gerada utilizando avatares humanóide 3D.

A fim de validar a solução proposta, foi desenvolvido um estudo de caso para um sistema de construção colaborativa de um vocabulário/dicionário de LIBRAS. A ideia do sistema é permitir que usuários colaboradores (por exemplo, os próprios surdos) auxiliem na construção de sinais deste dicionário. Com esse vocabulário é possível desenvolver ferramentas de realidade virtual para o ensino-aprendizagem, construir sistemas para geração automática de vídeos de LIBRAS, dentre outros. Por fim, testes com usuários surdos e intérpretes de LIBRAS foram realizados para avaliar a proposta.

Como trabalhos futuros, planeja-se integrar equipamentos de captura de movimento ao WikiLIBRAS, tais como Microsoft Kinect (www.xbox.com) e *Cybergloves* (www.cyberglovesystems.com), melhorando a usabilidade do sistema e tornando a criação dos sinais mais célebre e natural. Além disso, também pretende-se explorar o uso de vídeos interativos, incrementando o nível de usabilidade do WikiLIBRAS. Como LIBRAS é uma língua visual e os usuários surdos têm dificuldade de ler, o uso de vídeos interativos com intérpretes de LIBRAS descrevendo os elementos de interação da interface irá facilitar o uso do sistema pelos usuários surdos. Por fim, pretende-se também estender a linguagem de descrição proposta para outras línguas de sinais, permitindo a criação de ambientes virtuais e vocabulários multilíngue.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. Tradução de: Artificial Intelligence. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2004, p. 765.
- [2] QUADROS, R.M.; KARNOPP, L.B. *Língua de Sinais Brasileira: estudos lingüísticos*. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- [3] IBGE, 2000 Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/08052002tabulacao.shtm>>
Acesso em: 09/08/2011
- [4] PINHEIRO FILHO, Tadeu Rodriguez de Carvalho *et al.* Análise do conhecimento sobre DSTs e planejamento familiar entre deficientes auditivos e ouvintes de uma escola pública de Fortaleza. Rev. bras. educ. espec. , Marília, v. 16, n. 1, Apr. 2010 . Disponível em
<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s1413-65382010000100011&script=sci_arttext> Acesso em 09/08/2011
- [5] STOKOE, WC Sign language structure: an outline of the visual communication systems of american deaf. In: Studies in Linguistic, Occasional Papers 8, Department of Anthropology and Linguistics, University of Buffalo, New York, EUA, 1960.
- [6] FERREIRA BRITO, L.: LANGEVIN, R. Por uma gramática de língua de sinais. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1995.
- [7] REVISTA DA FENEIS. Números 1 ao 13. R.J. 1999/2022
- [8] Battison, R. Lexical borrowing in American Sign Language. Silver Spring, M.D: Linstok, 1978.
- [9] SOUZA, Vinícius Costa de ; PINTO, Sérgio Crespo Coelho da Silva . Sign WebMessage: uma ferramenta para comunicação via web através da Língua Brasileira de Sinais - Libras. In: XIV Simpósio Brasileiro de Informatica na Educação - SBIE, 2003, Rio de Janeiro. XIV Simpósio Brasileiro de Informatica na Educação, 2003.

- [10] FENEIS, FELIPE, Tanya A. ; MONTEIRO, Myrna S. Libras em Contexto: curso básico. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial. 2005, p.26.
- [11] BRITO, Lucinda Ferreira. A Língua Brasileira de Sinais. 2003. Disponível em <http://www.ines.org.br/ines_livros/fasc7_principal.htm>. Acesso em 09/08/2011.
- [12] STUMPF, M. R.. Língua de Sinais: escrita dos surdos na Internet. V Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação – RIBIE. Viñadelmar, Chile: [s.n.]. 2000. p. 1-8.
- [13] MORRISSEY, S. Data-Driven Machine Translation for Sign Languages. Dublin City University. [S.l.], p. 206. 2008.
- [14] FUSCO, E. ; BREGA, José Remo Ferreira . X-Libras: uma proposta de ambiente de visualização para aprendizagem da Língua Brasileira de Sinais. In: CIEPG I - I Congresso Internacional de Educação de Ponta Grossa. Promoção: ISAPG - Instituto Sul Americano de Pós-graduação, Ensino e Tecnologia e UEP - Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2009, Ponta Grossa. Anais do I Congresso Internacional de Educação de Ponta Grossa (CIEPG): crise do capitalismo e Educação - contradições do mundo do trabalho e as lições do capital. Ponta Grossa - PR : ISAPG/UEPG, 2009. v. 1. p. 1-12.
- [15] HANIM, 2011. Disponível em <<http://www.seamless3d.com/hanim/index.html>>. Acesso em 13/06/2010.
- [16] Buttussi, F., Chittaro, L., and Coppo, M. 2007. Using Web3D technologies for visualization and search of signs in an International sign language dictionary. In *Proceedings of the twelfth international conference on 3D Web technology*, ACM Press, 61-70.
- [17] Duduchi, M . Capovilla FC. BuscaSigno: a Construção de uma Interface Computacional para o Acesso ao Léxico da Língua de Sinais Brasileira. In: IHC. (Org.). Fatores Humanos em Sistemas Computacionais. Natal, RN: IHC;2006. v. 7.
- [18] Sutton, Valerie. SignWriting Site, disponível em <<http://www.signwriting.org>>. Acesso em 09/08/2011.

- [19] CAMPOS, M. d. B.; GIRAFFA, L. M. M.; SANTAROSA, L. M. C. SIGNSIM: Uma ferramenta para auxílio à aprendizagem da língua brasileira de sinais. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, RIBIE. 5., 2000, Vinã Del Mar – Chile. **Anais...**[S.l.:s.n.], 2000.
- [20] DIMURO, G. P.; COSTA, A. C. R.; CAVA, R. A.. Participação em banca de Rafael Pezzin Torchelsen. Editor para Textos em Língua de Sinais escritos em SignWriting. 2002. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade Católica de Pelotas.
- [21] Macedo, Daniela Remião. Sign Dic: Um ambiente multimídia para a criação e consulta de dicionários bilíngües de línguas de sinais e línguas orais. Dissertação de mestrado – PUCRS, Porto Alegre, 1999
- [22] Amorim MLC, Assad R, L_oscio, Ferraz FS, Meira S (2010) RybenáTV: Solu para acessibilidade de surdos para TV Digital (RybenáTV: Solution to accessibility for deaf in Digital TV) Proc XVI Braz Symp Multimed Web 1:243:248
- [23] FERREIRA, F. L. S. ; LEMOS, F. H ; BOTELHO NETO, G. P ; ARAUJO, T. M. U. de ; FILHO, G. L de S. . Providing Support for Sign Languages in Middlewares Compliant with ITU J.202.. In: IEEE International Symposium of Multimedia, 2011, Dana Point. Proceedings of the IEEE International Symposium of Multimedia, 2011.
- [24] Blender, 2010. Disponível em: http://www.blender.pro.br/index.php?Itemid=7&id=6&option=com_content&task=view Acesso em: 01/04/2011
- [25] Adobe® Flash® CS5.5. Disponível em < <http://www.adobe.com/br/products/flash.html>>, Acessado em: Junho de 10, 2012
- [26] S. Gibet, T. Lebourque, P. F. Marteau, “High-level Specification and Animation of Communicative Gestures”, J Vis Lang Comput, vol. 12, 2001, pp. 657-687
- [27] R. San-segundo, et al., “Development, design and field evaluation of a Spanish into sign language translation system”, Pattern Anal Applic. doi:10.1007/s10044-011-0243-9
- [28] M. Kipp M, et al., “Assessing the deaf user perspective on sign language avatars”, Proc 13th Intern ACM Conf Assist Technol, 2011, pp. 1-8

ANEXO A - Artigos Publicados

O autor deste trabalho obteve cinco aprovações de artigos em congressos nacionais, internacionais e em periódicos. O primeiro, cujo título é *WikiLIBRAS: Construção Colaborativa de um Dicionário Multimídia em Língua Brasileira de Sinais*, foi aceito no WEBMEDIA 2011 – Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web. O segundo, cujo título é *AN EXPERIENCE IN USER INTERFACE DESIGN FOR A COLLABORATIVE WEB SYSTEM ADRESSED FOR DEAF USERS*, foi aceito no IADIS WWW/Internet 2011 (ICWI 2011) Conference. O terceiro, cujo título é *FleXLIBRAS: Description and Animation of Signs in Brazilian Sign Language*, foi aceito no XIV SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY (SVR), 2012. O quarto, cujo título do trabalho é artigo “Automatic Generation of Brazilian Sign Language Windows for Digital TV Systems”, descreve todo o escopo do projeto LibrasTV e foi aceito no Journal of the Brazilian Computer Society (JBACS). O quinto, cujo título é “Accessibility as a Service: Augmenting Multimedia Content with Sign Language Video Tracks”, descreve a tese de doutorado de Tiago Maritan Ugulino de Araújo e foi aceito no Journal of Research and Practice in Information Technology.

Seguem em anexo as cartas de aceitação:



Danilo Assis <danilo@lavid.ufpb.br>

WEBMEDIA 2011 - Congratulations!!! PAPER ACCEPTED AS FULL PAPER

8 mensagens

WEBMEDIA 2011 <webmedia2011@easychair.org>

13 de julho de 2011 05:32

Para: Danilo Assis Nobre Dos Santos Silva <danilo@lavid.ufpb.br>

Dear Danilo Assis Nobre Dos Santos Silva

First after all, thank you for your submission to WEBMEDIA 2011- Brazilian Symposium on Multimedia and the Web to be held in Florianópolis, Santa Catarina, Brazil 03-06 Octobre, 2011. <http://www.sbbd-webmedia2011.inf.ufsc.br/webmedia/index.php?lang=pt-BR> .

We are pleased to inform you that the Program Committee of WEBMEDIA 2011, after rigorous peer review, has decided to ACCEPT your submission number #17, paper titled "WikiLIBRAS: Construção Colaborativa de um Dicionário Multimídia em Língua Brasileira de Sinais", for presentation as FULL PAPER. (Review Policy: <http://www.acm.org/sigs/pubs/proceed/template.html>).

Reviewers of your submission may have written author comments to offer recommendations on how your submission can be modified or improved. If provided, these comments appear at the end of this e-mail.

Regards,

Prof. Dr. José Valdeni de Lima
Coordinator of Program Committee

Prezado(a) Danilo Assis Nobre Dos Santos Silva

Antes de tudo, gostaríamos de agradecer pela sua submissão no WEBMEDIA 2011 – Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web, que realizar-se-á em Florianópolis, Santa Catarina, Brasil de 03 ao 06 de outubro de 2011. <http://www.sbbd-webmedia2011.inf.ufsc.br/webmedia/index.php?lang=pt-BR> .

Nós temos o prazer informar que o Comitê de Programa do WEBMEDIA 2011, depois de um rigoroso procedimento de avaliação, decidiu ACEITAR sua submissão número #17, artigo intitulado "WikiLIBRAS: Construção Colaborativa de um Dicionário Multimídia em Língua Brasileira de Sinais", para apresentação como ARTIGO COMPLETO. (Política de publicação: <http://www.acm.org/sigs/pubs/proceed/template.html>).

Os revisores de seu artigo podem ter escrito comentários e sugestões de como sua submissão poderá ser modificada e melhorada. Se for o caso, estes comentários virão no final desta mensagem.

Atenciosamente,

Coordenador do Comitê de Programa
Prof. Dr. José Valdeni de Lima

Danilo Assis <danilo@lavid.ufpb.br>

13 de julho de 2011 10:10

Para: Usuários do LAVID <lavid@lavid.ufpb.br>

----- Mensagem encaminhada -----

De: **WEBMEDIA 2011** <webmedia2011@easychair.org>

Data: 13 de julho de 2011 05:32

Assunto: **WEBMEDIA 2011 - Congratulations!!! PAPER ACCEPTED AS FULL PAPER**



Danilo Assis <danilo@lavid.ufpb.br>

WWW/Internet 2011: paper accepted

11 mensagens

WWW/Internet 2011 <secretariat@internet-conf.org>

24 de setembro de 2011 07:23

Para: Luiz Lopes <luishenrique@lavid.ufpb.br>

Cc: author.notifications@gmail.com, Vandhuy Martins <vandhuy@lavid.ufpb.br>, Danilo Silva <danilo@lavid.ufpb.br>, Tiago Araújo <tiagomaritan@lavid.ufpb.br>, Tatiana Tavares <tatiana@lavid.ufpb.br>, Guido Souza Filho <guido@lavid.ufpb.br>

Dear Author

We are pleased to inform you that your submission to the IADIS WWW/Internet 2011 (ICWI 2011) Conference has been accepted as a "Full Paper".

Please, make the suggested corrections to your paper (see details below), use the correct format available at <http://www.internet-conf.org/submissions.asp> (very important: if this format is not followed we cannot accept your contribution and it won't be published in the proceedings). Make sure that your final submission has the number of pages allowed for this category which is 8 pages (additional pages up to 4 will be charged as specified in the registration form). Also note that your final submission must be a WORD file since proceedings are produced in WORD.

Also, login to your author area available at http://www.internet-conf.org/confman_icwi2011/author_menu.asp with your login and password, and

- 1 - submit the final version - in word or rtf version please until 12 October 2011 (please submit from your author area link only).
- 2 - access the copyright form, fill it out and send it in order for your contribution to be published (until 12 October 2011).
- 3 - print an invitation letter (if required) for you or any of your co-authors,
- 4 - register for the conference (deadline for this procedure is also 12 October 2011 - if not registered the paper won't be published in the proceedings. This deadline also corresponds to the early registration rates for this call - select the early registration option from the rates part of the registration form).
- 5 - View hotel information and book hotel at <http://www.internet-conf.org/hotel.asp> .
- 6 - Check the guidelines for presenters available at <http://www.internet-conf.org/guidelines.asp> .

Hope to see you in Rio de Janeiro, Brazil in November.

For any information please contact us. Thank you.

Best regards,

Bebo White, Stanford University, USA
IADIS ICWI 2011 Program Chair

Pedro Isaias, Universidade Aberta (Portuguese Open University), Portugal
Flávia Maria Santoro, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brazil
ICWI 2011 Conference Co-Chairs

NOTE: This e-mail is being sent to all co-authors of this submission.

Please consider the following data for your final submission (using the link above):

Your Login is: luishenrique@lavid.ufpb.br



Danilo Assis <danilo@lavid.ufpb.br>

Your SVR 2012 paper 97735 (Carta de Aceitação)

2 mensagens

Danilo Assis <danilo@lavid.ufpb.br>
Para: Alisson Brito <alisson@ci.ufpb.br>

15 de maio de 2012 11:31

----- Forwarded message -----

From: SVR 2012 <lpsoare@teograp.puc-rio.br>

Date: 2012/4/13

Subject: Your SVR 2012 paper 97735

To: danilo@lavid.ufpb.br

Cc: Guido Lemos Filho <guido@lavid.ufpb.br>, Tiago Maritan <tiagomaritan@lavid.ufpb.br>, Leonardo Dantas <leonardo@lavid.ufpb.br>, Yúrika Nóbrega <yurika@lavid.ufpb.br>, Hozana Lima <hozana@lavid.ufpb.br>

Dear Mr. Danilo Nobre dos Santos Silva:

Congratulations - your paper "FlexLIBRAS: Description and Animation of Signs in Brazilian Sign Language" has been accepted for presentation at SVR 2012 - Full Papers.

You can find below the instruction to prepare and submit the final version of your paper. Please pay attention to the reviewers comments when producing the final version of the paper. The reviews are below or can be found at <https://submissoes.sbc.org.br/PaperShow.cgi?m=97735>.

ATTENTION - Papers that not follow these instructions can be removed from proceedings.

Instructions for papers camera ready submission:

1. Considering the reviewers comments, format your final version following carefully the IEEE CS Press 2-column 8.5 x 11-inch Proceedings format (<http://www.computer.org/portal/web/cscps/formatting>). The full paper should not exceed 10 pages and the short paper should not exceed 4 pages. Templates are found at: http://www.ufpb.br/svr2012/?page_id=2
2. Include authors identification and affiliation in the final version.
3. Authors (FULL and SHORT papers) should upload both the PDF and the source file (Word or Latex) of your paper to the SBC submission site (<https://submissoes.sbc.org.br/home.cgi?c=1548>) by April, 30th. Please, do it in the Camera ready (final version) slots.
4. The accepted FULL papers (only FULL paper) of SVR 2012 will be electronically published by IEEE. For this, authors must submit their papers until April, 30th, together with a copyright agreement form at the IEEE SVR 2012 author kit:
http://www.ieeeconfpublishing.org/cpir/AuthorKit.asp?Community=CPS&Facility=CPS_May&ERoom=SVR+2012
5. Sign the SBC Copyright Release Form



Danilo Assis <danilo@lavid.ufpb.br>

Fwd: Your Submission JBCS123R3

Tiago Maritan <tiagomaritan@lavid.ufpb.br>

6 de agosto de 2012 17:16

Para: Guido Lemos <guido@lavid.ufpb.br>, Tatiana Tavares <tatiana@lavid.ufpb.br>, Felipe Lacet <lacet@lavid.ufpb.br>, Felipe Lemos <felipel@lavid.ufpb.br>, Danilo Assis <danilo@lavid.ufpb.br>, Gutenberg Pessoa <gutenberg@lavid.ufpb.br>, Derzu Omaia <derzu@lavid.ufpb.br>

Pessoal,

Agora o aceite é oficial. Enviei o artigo com as correções que eles pediram e tá.

[]s

Tiago Maritan

----- Forwarded message -----

From: Journal of the Brazilian Computer Society (JBCS) <lalitha.jaganathan@springer.com>

Date: 2012/8/6

Subject: Your Submission JBCS123R3

To: Tiago Maritan Ugulino Araújo <maritan@lavid.ufpb.br>

Dear Maritan,

We are pleased to inform you that your manuscript, "Automatic Generation of Brazilian Sign Language Windows for Digital TV Systems", has been accepted for publication in Journal of the Brazilian Computer Society.

You will receive an e-mail from Springer in due course with regards to the following items:

1. Offprints
2. Colour figures
3. Transfer of Copyright

Please remember to quote the manuscript number, **JBCS123R3**, whenever inquiring about your manuscript.

With best regards,

Maria Cristina de Oliveira, Ph.D.
Editor in Chief



Danilo Assis <danilo@lavid.ufpb.br>

Fwd: Decision on Your Submission 3309

1 mensagem

Felipe Lacet <lacet@lavid.ufpb.br>
Para: Danilo Assis <danilo@lavid.ufpb.br>

16 de agosto de 2012 21:00

----- Forwarded message -----

From: Tiago Maritan <tiagomaritan@lavid.ufpb.br>
Date: 2012/8/8
Subject: Fwd: Decision on Your Submission 3309
To: Felipe Lacet <lacet@lavid.ufpb.br>, Danilo Assis <danilo@lavid.ufpb.br>, Eduardo Lucena Falcão <eduardolf@lavid.ufpb.br>, Leonardo Dantas <leodantas@lavid.ufpb.br>, Leonardo de Araujo Domingues <leonardo.araujo@dee.ufpb.br>, Luis Henrique Lopes <luishenrique@lavid.ufpb.br>, Yurika Sato <yurika@lavid.ufpb.br>, Hozana Raquel Lima <hozana@lavid.ufpb.br>, Alexandre Nóbrega Duarte <alexandre@lavid.ufpb.br>, Guido Lemos <guido@lavid.ufpb.br>

Pessoal,

Recebi a decisão do JRPIT. Eu entendi bem: nosso paper foi aceito direto?

Preciso de uma short bio e uma foto 300 dpi de cada um ASAP. Prestem atenção nos requisitos da foto.

[]s

Tiago Maritan

----- Forwarded message -----

From: Antoni Jaume i Capó <antoni.jaume@uib.es>
Date: 2012/8/8
Subject: Decision on Your Submission 3309
To: maritan@lavid.ufpb.br

June 8, 2012

Dear,

Manuscript #: 3309

Title: Accessibility as a Service: Augmenting Multimedia Content with Sign Language Video Tracks

Author(s): Tiago Maritan U. de Araújo, Felipe Lacet Silva Ferreira, Danilo Assis Nobre e Silva, Eduardo de Lucena Falcão, Leonardo Dantas, Leonardo de Araújo Domingues, Luis Henrique

ANEXO B - DTD (Document Type Definition)

```
<!ELEMENT Sinal (Config_Mao*, Ponto_Articulacao*, Movimento*, Expressao+)>
<!ATTLIST Sinal NomeDoSinal CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT Config_Mao (Config_Dedos, Orient_Palma)>
<!ELEMENT Config_Dedos EMPTY>
<!ATTLIST Config_Dedos value (1| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50
| 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60) #REQUIRED>
<!ELEMENT Orient_Palma (Orientação, Sentido, Sentido_Ponta_Dedos)>
<!ATTLIST Orientação value (paralelo_ao_corpo | paralelo_ao_solo) #REQUIRED>
<!ATTLIST Sentido value (para_frente | para_dentro | para_tras | para_baixo | para_cima) #REQUIRED>
<!ATTLIST Sentido_Ponta_Dedos value (para_frente | para_dentro | para_tras | para_baixo | para_cima)
#REQUIRED>
<!ELEMENT Ponto_Articulacao EMPTY>
<!ATTLIST Ponto_Articulação Subdivisão (Cabeça | Tronco | Bracos | Mao | Espaço_Neutro) #REQUIRED >
<!ELEMENT Cabeça EMPTY>
<!ATTLIST Cabeça Localização (topo-da-cabeça | testa | rosto | parte-superior-rosto | parte-inferior-rosto |
orelha-direita | orelha-esquerda | olhos | olho-direito | olho-esquerdo | boca | bochecha-direita | queixo |
zona-abaxio-queixo) #REQUIRED >
<!ELEMENT Tronco EMPTY>
<!ATTLIST Tronco Localização (ombro-direito | ombro-esquerdo | bustos | busto-direito | busto-esquerdo | estomago
| cintura-direita | cintura-esquerda) #REQUIRED >
<!ELEMENT Braços EMPTY>
<!ATTLIST Bracos Localização(braço-direito | braço-esquerdo | antebraço-direito | antebraço-esquerdo |
cotovelo-direito | cotovelo-esquerdo | pulso-direito | pulso-esquerdo) #REQUIRED >
<!ELEMENT Mao EMPTY>
<!ATTLIST Mao Localização(palma-da-mao-direita | palma-da-mao-esquerda | costas-da-mao-direita |
costas-da-mao-esquerda | lado-indicador-direito | lado-indicador-esquerdo | lado-dedo-minimo-direito |
lado-dedo-minimo-esquerdo | dedos-direita | dedos-esquerda | ponta-dedos-direita | ponta-dedos-esquerda |
dedo-minimo-direita | dedo-minimo-esquerda | dedo-medio-direita | dedo-medio-esquerda | dedo-indicador-direita |
dedo-indicador-esquerda | polegar-direita | polegar-esquerda | juncao-entre-dedos-mao-direita |
juncao-entre-dedos-mao-esquerda | primeira-junta-dedos-direita | primeira-junta-dedos-esquerda |
interstícios-entre-dedos-direita | interstícios-entre-dedos-esquerda | interstício-polegar-Indicador-direita |
interstício-polegar-indicador-esquerda | interstício-indicador-médio-direita | interstício-indicador-médio-esquerda |
interstício-médio-anular-direita | interstício-médio-anular-esquerda | interstício-anular-mínimo-direita |
interstício-anular-mínimo-esquerda) #REQUIRED >
<!ELEMENT Espaço_Neutro (Proximo-ao-corpo | Distante-do-corpo) #REQUIRED >
<!ELEMENT Proximo-ao-corpo EMPTY>
<!ATTLIST Distante-do-corpo values (topo-da-cabeça | testa | rosto | ParteSuperiorDoRosto | ParteInferiorDoRosto |
orelha-direita | orelha-esquerda | olhos | olho-direito | olho-esquerdo | boca | bochecha-direita | queixo |
zona-abaxio-queixo | ombro-direito | ombro-esquerdo | bustos | busto-direito | busto-esquerdo | estomago |
cintura-direita | cintura-esquerda | braço-direito | braço-esquerdo | antebraço-direito | antebraço-esquerdo |
cotovelo-direito | cotovelo-esquerdo | pulso-direito | pulso-esquerdo | palma-da-mao-direita | palma-da-mao-esquerda
| costas-da-mao-direita | costas-da-mao-esquerda | lado-indicador-direito | lado-indicador-esquerdo |
lado-dedo-minimo-direito | lado-dedo-minimo-esquerdo | dedos-direita | dedos-esquerda | ponta-dedos-direita |
ponta-dedos-esquerda | dedo-minimo-direita | dedo-minimo-esquerda | dedo-medio-direita | dedo-medio-esquerda |
dedo-indicador-direita | dedo-indicador-esquerda | polegar-direita | polegar-esquerda | juncao-entre-dedos-mao-direita
| juncao-entre-dedos-mao-esquerda | primeira-junta-dedos-direita | primeira-junta-dedos-esquerda |
interstícios-entre-dedos-direita | interstícios-entre-dedos-esquerda | interstício-polegar-Indicador-direita |
interstício-polegar-indicador-esquerda | interstício-indicador-médio-direita | interstício-indicador-médio-esquerda |
```

interstício-médio-anular-direita | interstício-médio-anular-esquerda | interstício-anular-mínimo-direita | interstício-anular-mínimo-esquerda) #REQUIRED >

<!ATTLIST Proximo-ao-corpo values (topo-da-cabeca | testa | rosto | ParteSuperiorDoRosto | ParteInferiorDoRosto | orelha-direita | orelha-esquerda | olhos | olho-direito | olho-esquerdo | boca | bochecha-direita | queixo | zona-abaxio-queixo | ombro-direito | ombro-esquerdo | bustos | busto-direito | busto-esquerdo | estomago | cintura-direita | cintura-esquerda | braço-direito | braço-esquerdo | antebraço-direito | antebraço-esquerdo | cotovelo-direito | cotovelo-esquerdo | pulso-direito | pulso-esquerdo | palma-da-mao-direita | palma-da-mao-esquerda | costas-da-mao-direita | costas-da-mao-esquerda | lado-indicador-direito | lado-indicador-esquerdo | lado-dedo-minimo-direito | lado-dedo-minimo-esquerdo | dedos-direita | dedos-esquerda | ponta-dedos-direita | ponta-dedos-esquerda | dedo-minimo-direita | dedo-minimo-esquerda | dedo-medio-direita | dedo-medio-esquerda | dedo-indicador-direita | dedo-indicador-esquerda | polegar-direita | polegar-esquerda | juncao-entre-dedos-mao-direita | juncao-entre-dedos-mao-esquerda | primeira-junta-dedos-direita | primeira-junta-dedos-esquerda | interstícios-entre-dedos-direita | interstícios-entre-dedos-esquerda | interstício-polegar-Indicador-direita | interstício-polegar-indicador-esquerda | interstício-indicador-médio-direita | interstício-indicador-médio-esquerda | interstício-médio-anular-direita | interstício-médio-anular-esquerda | interstício-anular-mínimo-direita | interstício-anular-mínimo-esquerda) #REQUIRED >

<!ELEMENT Movimento EMPTY>

<!ATTLIST Movimento Tipo (Contorno | Torcedura_Pulso | Dobramento_Pulso | Interno_Maos | Interação | Contato) #REQUIRED >

<!ELEMENT Contorno EMPTY>

<!ATTLIST Contorno Tipo (Pontual | Retilíneo | Circular | SemiCircular | Sinuoso | Helicoidal | Angular) #REQUIRED >

<!ELEMENT Pontual (Repetição_Flag, Orientação_Movimento)>

<!ATTLIST Pontual Repetição_Flag (com-repetição | sem-repetição) #REQUIRED >

<!ATTLIST Pontual Orientação_Movimento (para-frente | para-dentro) #REQUIRED >

<!ELEMENT Retilíneo (Repetição_Flag, Sincronismo_Flag, Maos_Utilizadas)>

<!ATTLIST Retilíneo Repetição_Flag (com-repetição | sem-repetição) #REQUIRED >

<!ATTLIST Retilíneo Sincronismo_Flag (síncrono | assíncrono) #REQUIRED >

<!ATTLIST Retilíneo Maos_Utilizadas (uma-mão | duas-mãos) #REQUIRED >

<!ELEMENT Circular (Repetição_Flag, Tamanho_Raio, Sentido_Movimento, Orientação_Movimento, Sincronismo_Flag, Maos_Utilizadas)>

<!ATTLIST Circular Repetição_Flag (com-repetição | sem-repetição) #REQUIRED >

<!ATTLIST Circular Tamanho_Raio (pequeno | médio | grande) #REQUIRED >

<!ATTLIST Circular Sentido_Movimento (horário | anti-horário) #REQUIRED >

<!ATTLIST Circular Orientação_Movimento (para-frente | para-dentro) #REQUIRED >

<!ATTLIST Circular Sincronismo_Flag (síncrono | assíncrono) #REQUIRED >

<!ATTLIST Circular Maos_Utilizadas (uma-mão | duas-mãos) #REQUIRED >

<!ELEMENT SemiCircular (Repetição_Flag, Tamanho_Raio, Sentido_Movimento, Orientação_Movimento, Tipo_Repetição, Sincronismo_Flag, Maos_Utilizadas)>

<!ATTLIST SemiCircular Repetição_Flag (com-repetição | sem-repetição) #REQUIRED >

<!ATTLIST SemiCircular Tamanho_Raio (pequeno | médio | grande) #REQUIRED >

<!ATTLIST SemiCircular Sentido_Movimento (horário | anti-horário) #REQUIRED >

<!ATTLIST SemiCircular Orientação_Movimento (para-frente | para-dentro) #REQUIRED >

<!ATTLIST SemiCircular Tipo_Repetição (retroceder | avançar) #REQUIRED >

<!ATTLIST SemiCircular Sincronismo_Flag (síncrono | assíncrono) #REQUIRED >

<!ATTLIST SemiCircular Maos_Utilizadas (uma-mão | duas-mãos) #REQUIRED >

<!ELEMENT Sinuoso (Repetição_Flag, Tamanho_Raio, Sentido_Movimento, Orientação_Movimento, Sincronismo_Flag, Maos_Utilizadas)>

<!ATTLIST Sinuoso Repetição_Flag (com-repetição | sem-repetição) #REQUIRED >

<!ATTLIST Sinuoso Tamanho_Raio (pequeno | médio | grande) #REQUIRED >

<!ATTLIST Sinuoso Sentido_Movimento (horário | anti-horário) #REQUIRED >

<!ATTLIST Sinuoso Orientação_Movimento (para-frente | para-dentro) #REQUIRED >

<!ATTLIST Sinuoso Sincronismo_Flag (síncrono | assíncrono) #REQUIRED >

<!ATTLIST Sinuoso Maos_Utilizadas (uma-mão | duas-mãos) #REQUIRED >

<!ELEMENT Helicoidal (Repetição_Flag, Tamanho_Raio, Sentido_Movimento, Orientação_Movimento, Sincronismo_Flag, Maos_Utilizadas)>
<!ATTLIST Helicoidal Repetição_Flag (com-repetição | sem-repetição) #REQUIRED >
<!ATTLIST Helicoidal Tamanho_Raio (pequeno | médio | grande) #REQUIRED >
<!ATTLIST Helicoidal Sentido_Movimento (horário | anti-horário) #REQUIRED >
<!ATTLIST Helicoidal Orientação_Movimento (para-frente | para-dentro) #REQUIRED >
<!ATTLIST Helicoidal Sincronismo_Flag (síncrono | assíncrono) #REQUIRED >
<!ATTLIST Helicoidal Maos_Utilizadas (uma-mão | duas-mãos) #REQUIRED >
<!ELEMENT Angular (Repetição_Flag, Sentido_Movimento, Orientação_Movimento, Sincronismo_Flag, Maos_Utilizadas)>
<!ATTLIST Angular Repetição_Flag (com-repetição | sem-repetição) #REQUIRED >
<!ATTLIST Angular Sentido_Movimento (horário | anti-horário) #REQUIRED >
<!ATTLIST Angular Orientação_Movimento (para-frente | para-dentro) #REQUIRED >
<!ATTLIST Angular Sincronismo_Flag (síncrono | assíncrono) #REQUIRED >
<!ATTLIST Angular Maos_Utilizadas (uma-mão | duas-mãos) #REQUIRED >
<!ELEMENT Interno_Maos EMPTY>
<!ATTLIST Interno_Maos Tipo (Abertura | Fechamento| Curvamento| Dobramento) #REQUIRED >
<!ATTLIST Interno_Maos Abertura (simultanea | gradativa) #REQUIRED >
<!ATTLIST Interno_Maos Fechamento (simultaneo | gradativo) #REQUIRED >
<!ATTLIST Interno_Maos Curvamento (simultaneo | alternado) #REQUIRED >
<!ATTLIST Interno_Maos Dobramento (simultaneo | alternado)>
<!ELEMENT Torcedura_Pulso EMPTY>
<!ATTLIST Torcedura_Pulso Tipo (Para-direita | Para-esquerda) #REQUIRED >
<!ELEMENT Dobramento_Pulso EMPTY>
<!ATTLIST Dobramento_Pulso Tipo (Para-cima | Para-baixo) #REQUIRED >
<!ELEMENT Expressao_Facial (Neutra | Sobrancelhas-Franzidas | Olhos-Arregalados | Lance-Olhos-Direita | Lance-Olhos-Esquerda | Língua-Estirada | Língua-Estirada-Frente |Sobrancelhas-Levantadas | Bochechas-Infladas | Bochecha-Direita-Inflada | Bochechas-Contraídas | Lábios-Contraídos-Projetados-Sobrancelhas-Franzidas | Correr-Língua-Parte-Inferior-Bochecha | Contração-Lábio-Superior | Franzir-Nariz) #REQUIRED >