

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO - LUVRAS - QUE AUXILIA NA APRENDIZAGEM E INCLUSÃO DOS SURDOS

Edléia Ferreira Gripp - edleia.gripp@gmail.com
Faculdade de Americana - FAM
Av. Joaquim Bôer, 733 - Jardim Luciane
13477-360 - Americana - SP

Ariane Martinkovics - amartinkovics@yahoo.com.br
Faculdade de Americana - FAM
Av. Joaquim Bôer, 733 - Jardim Luciane
13477-360 - Americana - SP

Denison Miguel Figueiredo - cstr.rmc@gmail.com
Faculdade de Americana - FAM
Av. Joaquim Bôer, 733 - Jardim Luciane
13477-360 - Americana - SP

Jhonata de Almeida Rodrigues - jhonata.a.r@gmail.com
Faculdade de Americana - FAM
Av. Joaquim Bôer, 733 - Jardim Luciane
13477-360 - Americana - SP

José Matias Lemes Filho - matiasfilho@gmail.com
Faculdade de Americana - FAM
Av. Joaquim Bôer, 733 - Jardim Luciane
13477-360 - Americana - SP

Resumo: Este artigo apresenta o desenvolvimento de um protótipo de hardware e software, intitulado Luvras - Luva Mobile, que é capaz de reconhecer os sinais em Libras (Língua Brasileira de Sinais) e descrevê-los em linguagem natural. O hardware consiste em uma luva, na qual, por meio de sensores instalados e de um microcontrolador, os sinais são reconhecidos e transmitidos via bluetooth para um aplicativo mobile. A Libras por se tratar de uma língua viso-espacial de aspectos, peculiaridades e características diferenciadas da língua Portuguesa (oral/auditiva) não é muito conhecido na sociedade ouvinte tornando a comunicação entre as pessoas surdas e ouvintes muito desafiadora. Atualmente os aplicativos de tradução existentes como por exemplo o HAND TALK, permite apenas um contato imediato com a língua alvo, traduzindo sinais em palavras e vice-versa, mas a tecnologia proposta permite uma tradução contextualizada, além dos sinais, com valor de mercado baixo e acessível, proporcionando à comunidade surda e à comunidade ouvinte condições reais de comunicação, em prol da inclusão, respeitando o direito de todos os cidadãos, independente de condições adversas.

Palavras-chave: Língua Brasileira de Sinais. Protótipo hardware e software. Comunicação surdas e ouvintes. Inclusão Social

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Federação Mundial de Surdos (do inglês, *World Federation of the Deaf*, WFD) em 1995, cerca de 80% dos surdos do terceiro mundo tem problemas na educação básica (SKLIAR, 1999) e (WFD, 2018). No Brasil a situação não muda, pois a maior parte dos surdos possuem dificuldades para ler, escrever e compreender o português, o que os torna totalmente dependentes da língua de sinais para obterem informações, e principalmente, conseguirem se comunicar com pessoas ouvintes. A Língua Brasileira de Sinais (Libras), desde 2002, é a segunda língua oficial do Brasil de acordo com a Lei 10.436, 2002. Sua estrutura e gramática própria viabiliza o entendimento do surdo por meio dos seguintes parâmetros: configuração das mãos, pontos de articulação e movimento, orientação e expressão facial (SILVASÁ, 2016).

Com uma breve análise da estrutura gramatical da Libras e visando auxiliar na alfabetização da comunidade surda, dispôs-se a criar um dispositivo denominado Luvras, junção das palavras “luva” e “Libras”. Esse dispositivo consiste em detectar, por meio de sensores e um microcontrolador, os gestos da Língua Brasileira de Sinais feitos pelo usuário da luva, são traduzidos para linguagem natural e transmitidos como letras ou frase via *bluetooth* para um aplicativo *mobile*.

No Brasil tem-se o conhecimento de projetos semelhantes, um exemplo, é o aplicativo ALFALUVA (SILVANO, OGUIDO, SOUZA, YOSHIOKA, 2016), porém, o custo com a produção do dispositivo, ainda é alto, devido ao uso de alguns sensores, ainda que sejam importados, o que acaba limitando a acessibilidade e inclusão dessa comunidade. Portanto, o diferencial do protótipo Luvras consiste principalmente no desenvolvimento de uma tecnologia com valor de desenvolvimento reduzido e consequentemente um produto final com valor de mercado mais acessível.

Este artigo será dividido nos seguintes segmentos: Seção 2. Metodologia, onde será abordado o desenvolvimento das etapas, desde a integração entre os componentes e a construção da luva até a comunicação entre a luva e o aplicativo do projeto; Seção 3. Testes e Resultados, na qual será apresentado os testes realizados e interpretado os resultados alcançados e, por fim, a Seção 4. Conclusão, onde será abordado uma síntese dos resultados obtidos, limitações durante a elaboração do protótipo e sugestões de melhorias para futuras pesquisas.

2. METODOLOGIA

Neste segmento será retratado os sensores e seu funcionamento, a forma de comunicação da Luvra com o aplicativo e a calibragem dos sensores e a sua necessidade.

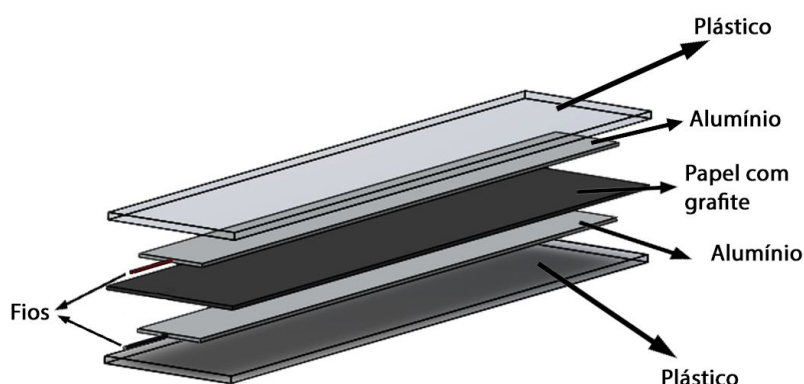
2.1 Descrição do Hardware

O *hardware* do dispositivo Luvras, consiste em uma luva com sensores que são conectados a um Arduino para coleta e transmissão de dados. O Arduino Mega é uma plataforma de prototipagem eletrônica projetada baseando-se no microcontrolador ATmega2560. A placa possui 54 entradas/saídas digitais, 16 entradas analógicas, 4 portas seriais de hardware, porta USB, alimentação externa 6 V a 20 V feita através de um conector Jack, uma conexão ICSP e um botão de *reset* (SOUZA, 2014).

Para a captação dos sinais da Luvra, foram utilizados cinco sensores de flexão, encontrado no mercado atual como *Flex Sensor*¹, posicionados em cada um dos dedos da luva. Devido ao seu custo elevado (no mercado brasileiro o custo de apenas um *Flex Sensor* está aproximadamente R\$175,00), optou-se pela construção de sensores de mesma funcionalidade, porém feitos com materiais de baixo custo.

A metodologia para construção deste sensor consiste em aplicar grafite, presentes em lápis e lapiseiras, sobre as faces opostas da folha de um material isolante, papel ou plástico, como demonstra o artigo de ROCHAFILHO, SALAMI, GALLI, FERREIRA, MOTTA, COSTA (2005), que esclarece também a relevância da graduação e do diâmetro do grafite a ser utilizado, e como isso interfere nos dados da capacitância e da resistência.

Figura 1 – Vista Lateral do Sensor de Flexão - *Flex Sensor*.



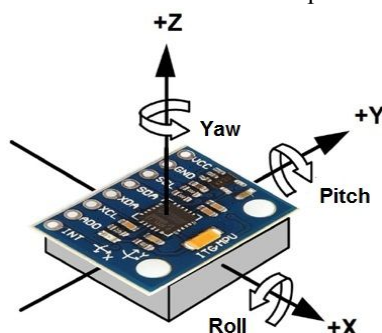
Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

O sensor foi construído utilizando os seguintes materiais: plástico flexível, folha de alumínio, papel sulfite, grafite e jumpers. Com essa configuração obteve-se um sensor de baixo custo (em torno de R\$3,50), com dados estáveis e que poderiam ser utilizados para a detecção dos sinais. A Figura 1 demonstra a estrutura do *Flex Sensor* por dentro: o núcleo é formado por uma folha de sulfite grafitada, frente e verso, com lápis grafite 2B; a segunda camada é formada por um pedaço de papel alumínio cortado num tamanho menor que o papel grafitado; em cada face do papel alumínio, que entra em contato com o papel grafitado, é colocado a extremidade de um *jumper*; a parte superficial é formada por um pedaço de plástico flexível, material isolante, cortado do mesmo tamanho do papel grafitado e por fim as camadas são envoltas com fita adesiva transparente.

Como alguns sinais em LIBRAS, além da configuração da mão, necessitam de movimentos angulares das mãos para que a comunicação seja bem-sucedida, foi necessário o uso de dois tipos de sensores de movimento: o acelerômetro e o giroscópio. O sensor MPU-6050, Figura 2, tem seis graus de liberdade, ou seja, ele gera seis valores de saída, sendo três do acelerômetro e três do giroscópio. O giroscópio mede três parâmetros de rotação: arfagem - (*Pitch*, em inglês), rolagem (*Roll*) e guinada (*Yaw*) e o acelerômetro mede a aceleração linear dos três eixos (NAYLAMP, 2016).

¹ *Flex Sensor 2.2"* in length. Patented technology by Spectra Symbol - they claim these sensors were used in the original Nintendo Power Glove. <https://www.sparkfun.com/products/10264>.

Figura 2 - O Acelerômetro e Giroscópio MPU-6050.



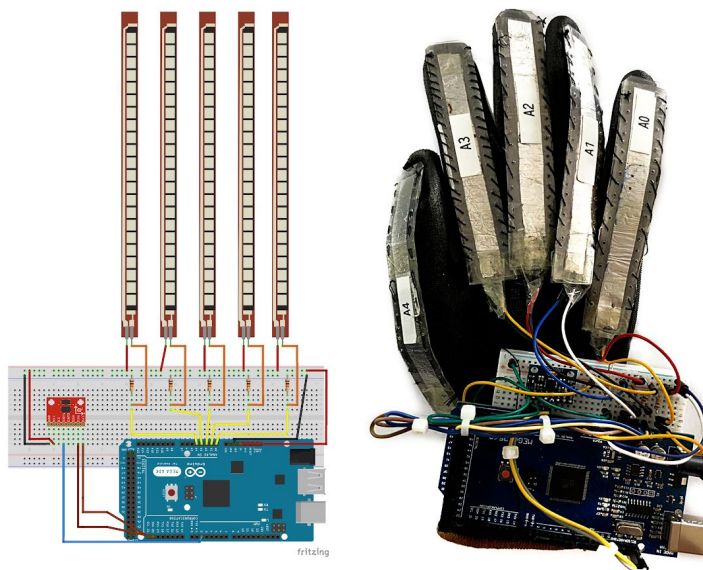
Fonte: NAYLAMP (2016).

Quando conectado ao Arduino os valores de tensões dos pinos de saída X , Y e Z , variam entre o *ground* e o nível da tensão de alimentação e são convertidos por um conversor A/D em valores proporcionais ao movimento, onde esses dados serão utilizados na calibragem da Luvra.

Construção da Luvra

O dispositivo foi construído a partir de uma luva de multitalato, na qual os sensores de flexão foram costurados com linha preta, e devidamente etiquetados. Uma *proto-board* foi colada a luva, para que fosse possível fazer a conexão, utilizando um esquema elétrico, do Arduino com os demais sensores.

Figura 3 – Esquema Elétrico e protótipo da Luvra.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

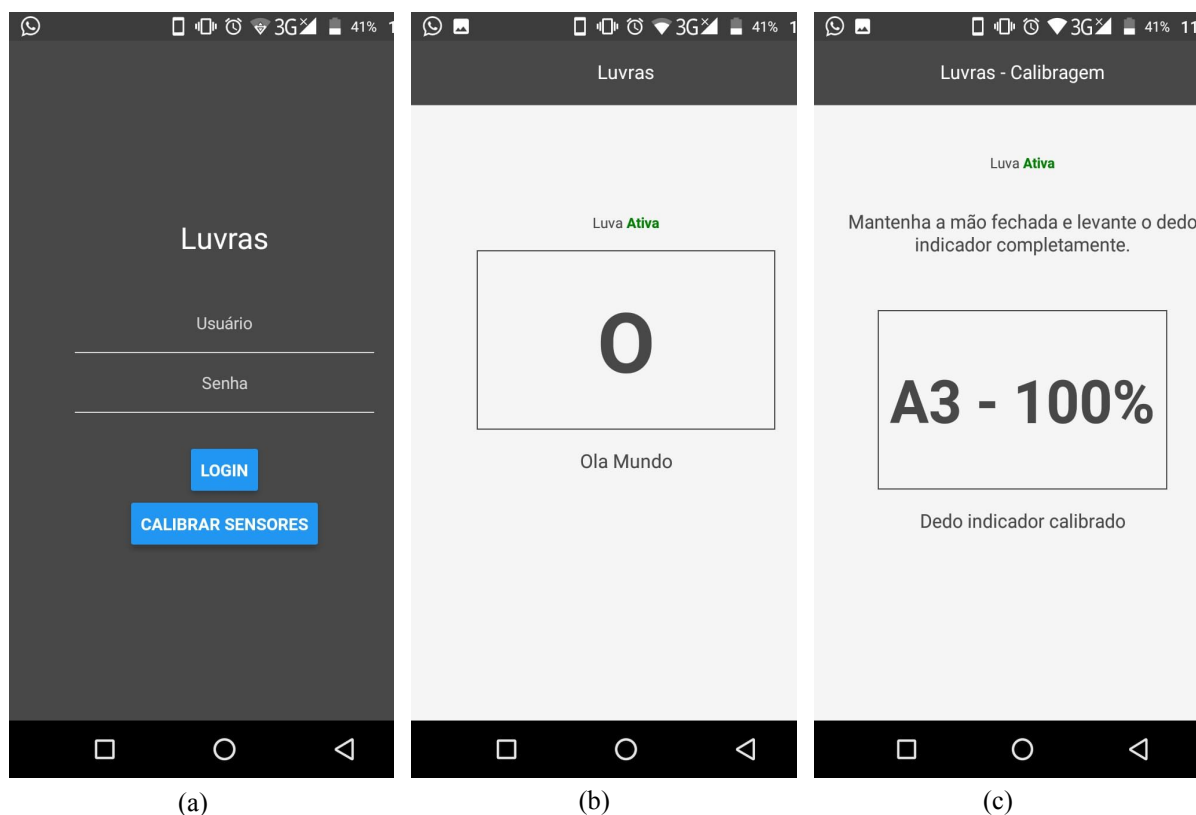
A Figura 3 mostra o esquema elétrico desenvolvido no *software* Fritzing e o resultado final da construção da Luvra. Cada sensor possui dois terminais, um deles é conectado a saída de 5 V do Arduino Mega e o outro é conectado a uma porta analógica do Arduino e também a um resistor de 10 k Ω que tem um de seus terminais ligado ao *ground*. Cada sensor foi nomea-

do de acordo com a porta analógica que foi conectado. Para a detecção da orientação da luva no espaço é utilizado o sensor MPU-6050 que fornece dados através do protocolo de comunicação I2C. Para utilizá-lo é necessário fornecer uma alimentação de 5 V e conectar os pinos SCL e SDA do sensor aos do Arduino Mega.

2.2 Descrição do *Software* e interfaces de comunicação

A comunicação Luvra e dispositivo mobile é realizada pelo módulo Bluetooth, desta forma, esta comunicação é realizada em tempo real e com um menor consumo de energia. O Arduino envia *strings* (textos) para o dispositivo *mobile* que faz a leitura desses dados, já o aplicativo identifica estes valores individualmente de cada sensor e através de uma árvore de busca faz a interpretação em linguagem natural correspondente. Algumas telas e funcionalidades do aplicativo Luvras é apresentado na Figura 4, este aplicativo é desenvolvido para sistemas operacional Android e de processamento local, ou seja, não precisa de acesso a internet para a utilização do mesmo.

Figura 4 - Telas e funcionalidades do aplicativo Luvras: (a) Tela inicial e Acesso aos comandos de calibragem; (b) Exemplo de captação por letras; e (c) Tela de calibragem com exemplo de calibragem do sensor A3.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

Em Silvano (2016) é mostrada a mecânica de identificação do aplicativo, por meio de uma árvore de busca, de acordo com a ativação de um dedo (sensor), a árvore de busca seleciona possíveis possibilidades referente aquele gesto, e conforme os outros sensores vão sendo ativados, ou não, as possíveis seleções vão sendo mais assertivas, até chegar em um resultado final desejado.

2.3 O processo de calibração dos sensores

O processo de medição dos valores de resistência dos sensores estão sujeitos a erros devido às variações de tamanho das mãos entre os usuários, a qualidade dos materiais utilizados, as condições ambientais, os desgastes físicos de componentes mecânicos ou eletrônicos e outros fatores que poderão introduzir inconformidade nos resultados medidos. Por isso, torna-se necessário uma calibração para anular algumas imperfeições dos sensores responsáveis.

O processo de calibragem consiste em dobrar individualmente cada *Flex Sensor* conforme apresentado na Figura 5 e indicado na tela do *software*, Figura 4.c, a calibragem do *Flex Sensor* A3. Com este processo obtêm-se os valores de resistência mínima, R_{min} , e os valores de resistência máxima, R_{max} . Na Figura 5 apresenta os valores de resistência mínima de 200 Ω e de resistência máxima de 500 Ω ao fazer um movimento de extensão e flexão.

Figura 5 – Calibrar sensores individualmente seguindo os movimentos de extensão e flexão.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

Para o processo de calibragem foram divididos em cinco regiões de R_i , estas regiões são descritos como: R_0 , o *Flex Sensor* está totalmente esticado; R_1 , o *Flex Sensor* está parcialmente esticado; R_2 , o *Flex Sensor* apresenta um valor intermediário; R_3 , o *Flex Sensor* está parcialmente dobrado; R_4 , o *Flex Sensor* está totalmente dobrado. O intervalo de cada região i respeita a seguinte equação:

$$i = (R_{max} - R_{min})/5 \quad (1)$$

Do exemplo da Figura 5 tem-se $i = 60 \Omega$, logo, o valor de R_0 é dado pelo intervalo de valores obtidos do sensor de 200 até 259 Ω , R_1 intervalo de valores de 260 até 319 Ω , R_2 intervalo de valores de 320 até 379 Ω , R_3 intervalo de valores de 380 até 439 Ω e, por fim, R_4 intervalo de valores de 440 até 500 Ω . Cada letra, palavra e frase tem uma sequência dos posicionamento dos sensores. Algumas posições dos sensores e algumas letras correspondentes é dada na Tabela 1, os movimentos dos dedos e mão resultam em valores de leitura que caracteriza uma letra correspondente.

Tabela 1 - Referência da leitura dos sensores e letras correspondentes.

Sensores						
Letras (dedo)	Leitura das regiões dos cinco <i>Flex Sensor</i>					Giroscópio e Acelerômetro
	A4 (polegar)	A3 (indicador)	A2 (médio)	A1 (anelar)	A0 (mínimo)	MPU-6050
a	R0	R5	R5	R5	R5	vertical
b	R4-R5	R0	R0	R0	R0	vertical
c	R1-R3	R1-R3	R1-R3	R1-R3	R1-R3	vertical
ç	R1-R3	R1-R3	R1-R3	R1-R3	R1-R3	vertical-yaw
d	R1-R3	R0	R1-R3	R1-R3	R1-R3	vertical
...
i	R0	R3-R5	R3-R5	R3-R5	R0	vertical
j	R0	R3-R5	R3-R5	R3-R5	R0	vertical-yaw-pitch
k	R0	R0	R0	R4-R5	R4-R5	vertical-yaw
...

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

3. TESTES E RESULTADOS

Os resultados dos testes, realizados para determinar a eficiência dos sensores de flexão construídos, se encontram na Tabela 2. A segunda coluna apresenta os valores de mínimo e máximo recebidos no Arduino, respectivamente, no momento em que os sensores estão retos e dobrados. A terceira coluna apresenta os valores, obtidos pelo multímetro, da resistência mínima dos sensores, quando estão dobrados, e da resistência máxima, quando estão retos. A aquisição destes dados contribuiu para o processo de calibragem e adequação da Equação 1 especificados na seção 2.4.

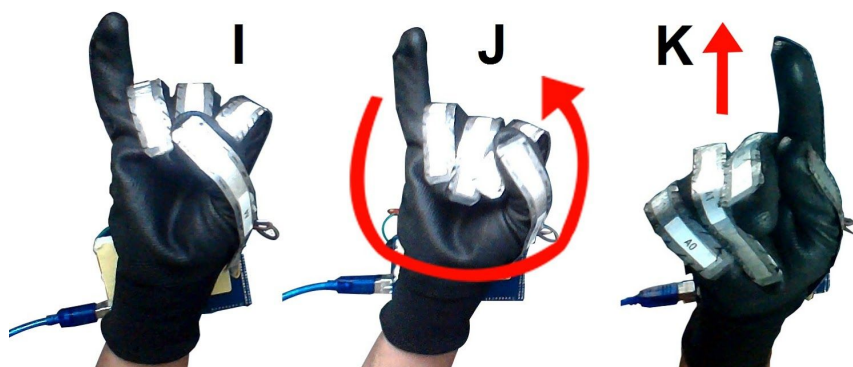
Tabela 2 - Dados coletados dos sensores ao ser feito o processo de calibração.

Sensores	Dados analógicos recebidos no Arduino		Medição da resistência	
	Valor mínimo	Valor máximo	$R_{min}(\Omega)$	$R_{max}(\Omega)$
A0	0	97	200	500
A1	0	99	350	900
A2	10	70	300	950
A3	19	89	300	450
A4	16	84	280	420

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

A Figura 6 apresenta o resultado final do dispositivo Luvra realizando os sinais que representam as letras “i”, “j” e “k” do alfabeto em LIBRAS.

Figura 6 – Movimento da mão, como exemplo as letras I, J e K.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

Os dados apresentados na Tabela 3 apresenta os dados dos sensores, ao se realizar os sinais do alfabeto em Libras da Figura 6. Nas três primeiras linhas temos a leitura do valor de cada sensor de flexão e movimento, quando se realiza o sinal que representa a letra “i” em Libras. Assim seguindo uma sequência, a letra “j” é representada pelas seguintes três linhas e a letra “k” pelas três últimas linhas. É possível perceber que os valores dos sensores oscilam para um valor mínimo e máximo conforme a configuração da mão ou movimentos usados para realizar o sinal.

Tabela 3 – Dados referentes as letras “i”, “j” e “k”.

Sensores					Acelerômetro			Giroscópio			Letra
A0	A1	A2	A3	A4	X	Y	Z	X	Y	Z	
0	97	69	87	18	16036	942	918	-1588	-114	109	i
2	98	62	87	18	16352	816	1476	-1602	-45	104	
0	80	63	88	18	16316	1178	1534	-1592	-28	5	
2	96	68	88	18	15764	4822	-5382	-1598	-78	124	j
2	70	67	88	19	16258	10178	-7090	-1500	-42	35	
0	88	66	87	19	16604	15608	794	-1585	-68	-281	
65	92	11	22	20	14889	1264	-5080	-2960	-386	4393	k
92	87	13	22	20	15484	1240	-4928	-2944	-403	142	
81	88	13	22	21	16284	1108	8560	-2976	-390	-1670	

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo é uma contribuição da Engenharia para promover sociedades mais inclusivas e mostrar aos futuros engenheiros a importância de desenvolver empatia em relação ao próximo. Além disso, possibilitou compreender as dificuldades que uma pessoa surda tem de se comunicar e serem compreendidas.

Pretendendo atender às necessidades da comunidade surda e ampliando o seu acesso à informação, igualdade de direitos e promovendo uma transformação na sociedade, ampliando as possibilidades se igualar a diversidade, o principal desafio desse projeto foi tornar a comunicação entre surdos e pessoas não surdas facilitado por um equipamento eficiente e de baixo custo. Com isso em mente e devido ao alto custo dos sensores de flexão no mercado,

necessários para detectar o movimento dos dedos, a equipe desenvolveu a sua própria versão do sensor, o que reduziu o preço do protótipo em aproximadamente 98%.

A criação da Luvra busca ter um impacto positivo para a inclusão social na comunidade surda. Pois as pessoas surdas acabam perdendo muitas informações, já que as recebem de forma superficial, não atendendo suas necessidades de comunicação, expressão e compreensão.

Visando trabalhos futuros, algumas melhorias podem ser implementadas ao protótipo, tais como: adicionar novos padrões de reconhecimento; desenvolver uma auto-aprendizagem dos padrões utilizando técnicas de inteligência artificial; implementar outras funções de calibragem do sensor, tais como: abdução, adução, extensão, flexão, oposição e reposição; e outras aplicações tecnológicas.

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus por ter nos dado saúde e força para alcançarmos os nossos objetivos. Aos professores da FAM que contribuíram em nossa trajetória acadêmica. Ao nosso Prof. Orientador, José Matias Lemes Filho, pois foi ele quem nos incentivou e acreditou no nosso potencial, oportunizou a janela, pela qual hoje vislumbramos um horizonte superior elevado pela sua acendrada confiança e mérito. Aos amigos Tarcisio da Silva Bueno, a Profª de Libras Adriana Galindo e a Profª de Língua Portuguesa, Sônia Laide Lacerda Neves, pelo apoio na elaboração e correção deste trabalho compartilhando seus conhecimentos. Aos nossos familiares, pelo amor, carinho, incentivo e apoio incondicional.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. **Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras e dá outras providências.** Diário Oficial da Rep. Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 abr. 2002. Disponível em: www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/2002/L10436.htm. Acesso em: 10 abr. 2019.

NAYLAMP. **Tutorial MPU6050, Acelerômetro y Giroscopio.** Disponível em: naylampmechatronics.com/blog/45_Tutorial-MPU6050-Acelerómetro-y-Giroscopio.html. Acesso em: 10 abr. 2019.

ROCHAFILHO, J. B.; SALAMI, M. A.; GALLI, C.; FERREIRA, M. K.; MOTTA, T. S.; COSTA, R. C. **Construção de Capacitores de Grafite sobre Papel, Copos e Garrafas Plásticas, e Medida de suas Capacitâncias.** 2005. p. 403-413. Escola Estadual Presidente Roosevelt, Porto Alegre-RS.

SILVANO, F. G.; OGUIDO, K.; SOUZA, R. I.; YOSHIOKA, V. H. **ALFALUVA: Luva detectora de sinais em LIBRAS para auxílio na alfabetização.** 2016. p. 11-12. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

SILVASÁ, E. M. B. **A utilização da língua brasileira de sinais na qualidade da educação do surdo no âmbito escolar.** 2016. p. 12. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN.

SKLIAR, C. A localização política da educação bilíngue para surdos. In: SKLIAR, C (org). **Atualidade da educação bilíngue para surdos: processos e projetos pedagógicos**. Porto Alegre: Mediação, 1999. p. 12.

SOUZA, F. **Introdução à Arduino Mega 2560 - Sistemas Embarcados**. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>. Acesso em: 10 abr. 2019.

WFD, F. **World Federation of the Deaf**. Disponível em: wfdeaf.org. Acesso em: 10 dez. 2018.

PROTOTYPE DEVELOPMENT - LUVRAS - THAT ASSIST THE LEARNING AND INCLUSION OF THE DEAF

Abstract: *This present article presents the development of a prototype of the hardware and software, entitled Luvras - Mobile Glove, that is capable to recognize the signals in Libras (Brazilian Language of Signals) and to describe them in natural language. The hardware consists of a glove that by means of sensors and a microcontroller installed, the signals are recognized and transmitted by bluetooth for to a mobile app. Dealing with a very different language in some aspects, the Brazilian Language of Signals, due to its grammatical structure, is little known by people without hearing deficiency, becoming the communication between the hearing deficient and listeners very challenging. Ever if similar devices already exist in the market, the high cost increases the difficulty of access, we have the main intention to develop a technology with reduced market value value and accessible, to assist in the learning, to attend special necessities and to facilitate the social interaction of this community with other people in a inclusive way, because social inclusion is a right of all citizens, regardless of social or physical factors.*

Key-words: *Brazilian language of Signals. Prototype hardware and software. Communication hearing deficient and listeners. Social Inclusion.*