

# **DISPOSITIVO DE RASTREAMENTO OCULAR PARA PESSOAS COM INCAPACIDADES MOTORAS**

Giane Mayumi Galhard, Jakeline de Oliveira Carvalho

Robson Ferreira Lopes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)

Campus Guarulhos

## **Resumo**

A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) é uma doença que afeta o sistema nervoso, desenvolvendo uma degeneração gradual dos neurônios responsáveis pelos movimentos. Segundo PONTES et. al. (2010), a patologia torna a comunicação verbal dificultosa para o indivíduo decorrente da disartria, e pode culminar numa exclusão social. Existem dispositivos no mercado que permitem uma comunicação mais prática e efetiva, porém nem sempre são acessíveis para todas as classes sociais, apesar de que a Lei Brasileira de Inclusão (Lei 13.146/2015) prevê a inclusão de todas as pessoas com deficiência. Deste modo, o projeto visa construir uma plataforma de comunicação por meio do rastreamento ocular baseado no movimento da retina para portadores de ELA ou incapacidades físicas semelhantes e de custo acessível, utilizando tecnologias como Inteligência Artificial e Arduino. Assim, há uma maior inclusão do deficiente na sociedade por meio da tecnologia, maior autonomia para que realizem suas tarefas e facilidade para se comunicar, sendo o primeiro passo para uma realidade mais inclusiva e igualitária.

**Palavras-chave:** Esclerose Lateral Amiotrófica. Tecnologia Assistiva. Arduino. Acessibilidade. Rastreamento Ocular.

## 1. Introdução

Em 6 de junho de 2015, a Lei Brasileira de Inclusão (Lei 13.146/2015) entrou em vigor, tendo como objetivo garantir a inclusão de pessoas com deficiência, que, segundo o IBGE (2010), representavam cerca de 6,7% da população brasileira. No artigo 3º, que versa sobre os fins da aplicação dessa Lei, considera-se que a acessibilidade é “a possibilidade e condição de alcance para utilização” de vários âmbitos, incluindo comunicação - e seus sistemas de tecnologias. Além disso, é previsto o uso de tecnologia assistiva, por meio de equipamentos, dispositivos, recursos e estratégias que promovam a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social da pessoa com deficiência na sociedade. Apesar disso, segundo o DataSenado (2010), 77% das 1.165 pessoas entrevistadas com algum tipo de deficiência se sentem desrespeitadas, privadas de ações cotidianas, com falta de infraestrutura para serem atendidas e, até mesmo, sem acessibilidade para o uso de tecnologias por conta do preconceito acerca da questão.

Essas dificuldades são ainda mais perceptíveis quando se trata da ELA, Esclerose Lateral Amiotrófica, condição rara e sem cura, na qual os neurônios motores localizados no cérebro e na medula espinhal se degeneram, impossibilitando-os de transmitir impulsos nervosos e resultando numa gradual paralisia motora. Esta doença atinge cerca de 12.000 pessoas no Brasil, de acordo com o Jornal Nacional (G1, 2019) e de acordo com PONTES et. al. (2010), com a evolução da doença, a comunicação torna-se difícil para o indivíduo. Os motivos envolvem a disfunção da fonação, decorrente da disartria, que aumenta a lentidão, fraqueza e imprecisão articulatória da respiração, fonação, ressonância e articulação. Desse modo, a comunicação se torna cada vez mais difícil, sendo necessárias técnicas de comunicação alternativas para garantir maior autonomia e inclusão social ao portador de Esclerose Lateral Amiotrófica e incapacidades motoras semelhantes. Apesar de existirem diversos equipamentos que facilitem a comunicação por meio de dispositivos eletrônicos (os quais 79,1% da população utiliza segundo IBGE (2018)) e rastreamento ocular, muitas vezes não são compatíveis com os dispositivos possuídos ou são inacessíveis para as menores classes sociais.

A partir disso, o objetivo do projeto é criar um sistema de rastreamento ocular por sensores infravermelhos a partir da retina com um preço acessível para todas as classes sociais (haja vista que a renda média mensal da classe E, em 2020, é de até R\$ 2.090,00 (CARNEIRO, 2020)) para aumentar a autonomia, capacidade de comunicação



e qualidade de vida dos indivíduos portadores de Esclerose Lateral Amiotrófica e patologias semelhantes.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Pesquisa

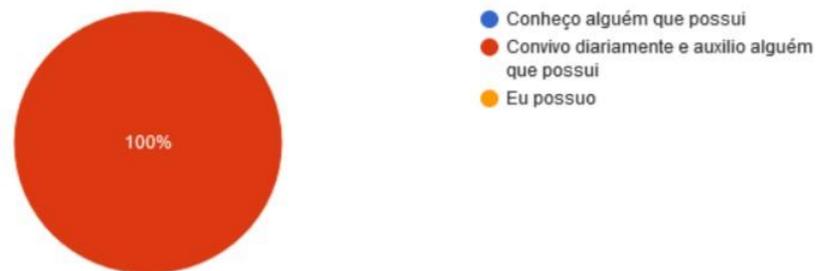
Para ter contato com dados quantitativos e qualitativos sobre as dificuldades e necessidades dos indivíduos portadores de ELA, foi necessário criar um formulário no Google Forms direcionado a pessoas que convivem ou são portadoras com as seguintes perguntas:

- Qual sua relação com a Esclerose Lateral Amiotrófica?
- Quais as dificuldades para se comunicar? E para usar o computador?
- Você utiliza/utilizou algum equipamento ou sistema para diminuir esses empecilhos? Quais? Como funcionam?
- Como que as pessoas ao redor lidavam com eles?
- Caso você utilize algum sistema ocular, especificar qual e como funciona.
- Quais pontos negativos dos usados?
- Quais sistemas você acha que não funcionam?
- Tem algum que pretende adquirir em breve? Por quê?
- Como se sente em relação aos custos dos equipamentos? São acessíveis?
- Se tivesse um equipamento de baixo custo, você compraria? Apoiaria o desenvolvimento? O formulário foi divulgado para ONGs e seus grupos no Facebook. A partir disso, 7 respostas foram coletadas. Todas as respostas foram de pessoas que conviviam e auxiliavam diariamente pessoas que possuem Esclerose Lateral Amiotrófica.

**Figura 1 - Formulário**

Qual sua relação com a Esclerose Lateral Amiotrófica?

7 respostas



**Fonte: Autoral**

As principais dificuldades apresentadas para a comunicação envolvem a dificuldade de entendimento da fala, perda de movimento dos membros para usar o computador e, em 4 respostas, o único movimento possível era o dos olhos.

Para diminuir as dificuldades, duas respostas afirmaram utilizar o Tobii Dynavox PCEYE mini e uma terceira pessoa afirmou utilizar o Tobii EyeTracker 5. Dentre elas, uma afirmou que é necessário a ajuda da família apesar do Tobii. Uma das respostas utilizava uma placa de comunicação com letras coloridas e agrupadas, desse modo, o paciente indicava as letras e o auxiliar montava as palavras. Uma das respostas afirmou que utiliza um sistema no qual o paciente aperta a mão do auxiliar para responder frases de sim ou não. As demais não possuíam sistemas ou dispositivos para facilitar a comunicação, mas pretendem adquirir em breve.

Os pontos negativos levantados sobre os dispositivos Tobii envolvem a luminosidade do ambiente que interfere na captação do movimento da retina, dificuldade de adaptação com o sistema operacional Optikey com uma paciente de 82 anos e o cansaço de manter conversas e realizar pesquisas pelos olhos. Para o método da placa de comunicação, nem sempre é possível de acompanhar a identificação das letras e, para os sistemas manuais, a principal dificuldade é a lentidão para formular um pensamento longo.

Dois dos indivíduos que já possuíam os dispositivos Tobii para utilizar o movimento da retina não pretendem adquirir novos equipamentos. Um deles, porém, pretende adquirir um novo dispositivo a depender da melhora no uso. Os demais pesquisados afirmaram a pretensão de adquirir um dispositivo Tobii.

Todos os indivíduos que responderam afirmaram que os custos dos dispositivos de comunicação pelo movimento dos olhos não são acessíveis, pois, além do item comprado, é necessário um computador com recursos que suportem a instalação do Optikey.

Além disso, todos afirmaram que comprariam um equipamento de comunicação com custo acessível. Também foram feitas pesquisas qualitativas por meio de WhatsApp com ONGs que trabalhavam na causa da Esclerose Lateral Amiotrófica e pessoas que a possuíam. As mesmas perguntas foram feitas e as respostas, apesar de não possuírem valor científico, ajudaram, juntamente com o formulário, a direcionar os posteriores passos e a forma com que seriam executados.

## **2.2 Elaboração de simulações**

Após selecionar as maiores dificuldades, o objetivo do projeto foi definido. Dessa forma, para deixar a ideia clara, foram desenvolvidos os seguintes itens:

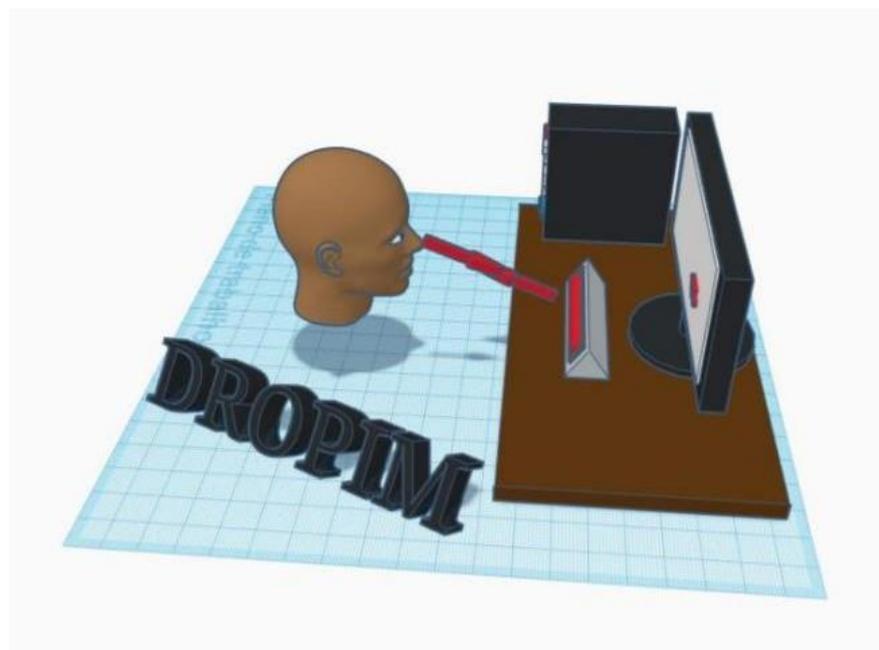
representação 3D do produto final no TinkerCad e simulação do funcionamento no Scratch.

**Figura 2 - Representação do dispositivo final no Tinkercard**

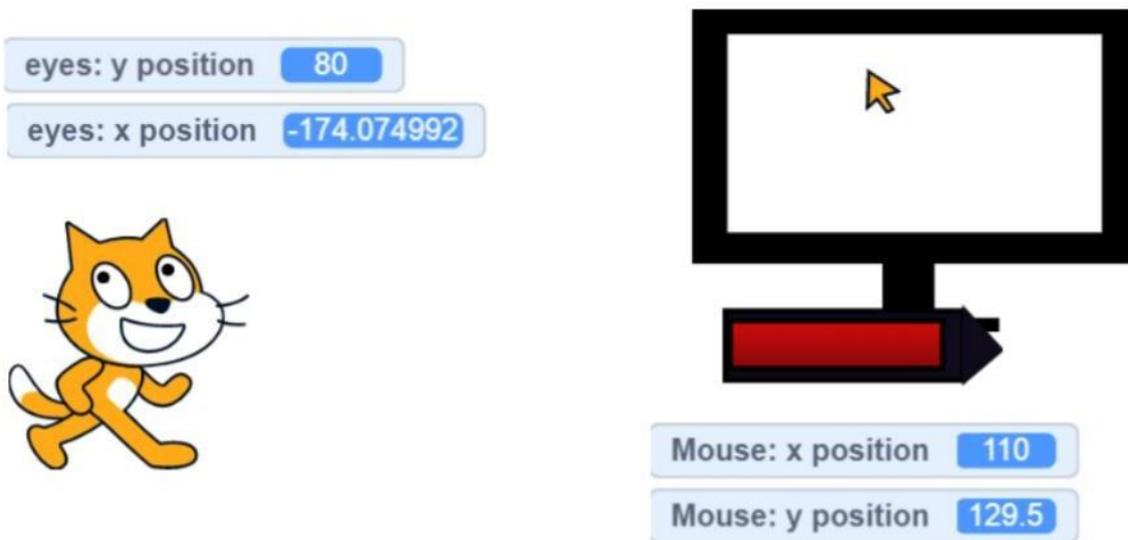


**Fonte: Autoral**

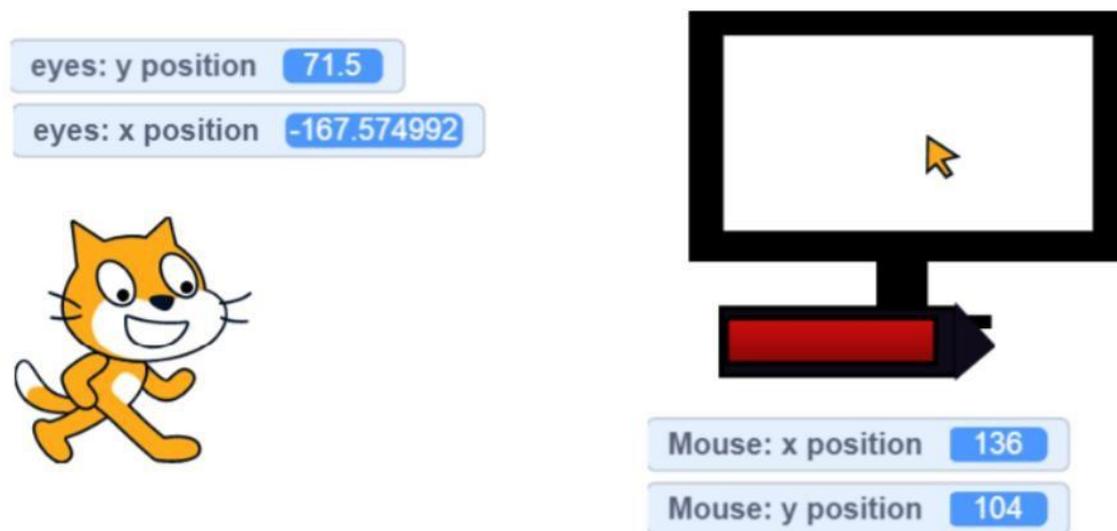
**Figura 3 - Representação do dispositivo final no Tinkercard**



**Fonte: Autoral**

**Figura 4 - Simulação no Scratch**

Fonte: Autoral

**Figura 5 - Simulação no Scratch**

Fonte: Autoral

## 2.3 Elaboração de protótipo

### 2.3.1 Primeiro protótipo

O primeiro protótipo do projeto tinha como objetivo identificar a piscada do usuário por meio de sensores e fototransistores IR, e, quando identificada, acender um LED indicando a piscada. Desse modo, é possível comunicar-se de forma alternativa

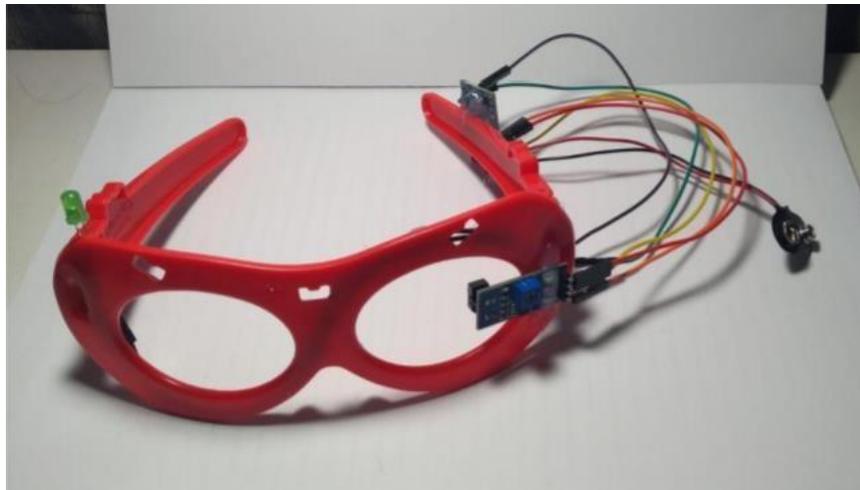
apenas com a movimentação da pálpebra, basta decidir um acordo de comunicação (como morse ou sim/não) que possa ser acompanhado pelo LED.

Primeiramente, a placa Arduino Uno foi usada. Por conta do tamanho, foi trocada pela Arduino Pro MiniAtmega328P 3,3v 8MHZ. Foi necessário programá-lo por meio da placa Arduino Uno por conta da conexão com a IDE. O código utilizado está no apêndice I. Após isso, houve a construção do circuito. Para identificar o movimento da pálpebra, foi utilizado o sensor e fototransistor TRCT5000 de forma analógica. Numa das portas digitais de saída, foi ligado um LED verde, utilizando um resistor de 100 ohm. Quando o sensor percebia movimentação na distância de 1,2 cm, o LED é aceso. Todo o sistema foi montado e colado no suporte de óculos.

Para chegar em 40 mm, houve testes de calibragem com o sensor. Os óculos foram testados no rosto de três pessoas para chegar à distância média para identificar a piscada. Além disso, testes com diferentes níveis de luminosidade foram testados, pois luz residencial e solar pode ser um ruído ao fototransistor de raios infravermelhos.

Já, para alimentação do circuito, foi utilizada uma bateria 9v conectada ao pino “raw” da placa.

**Figura 6 - Primeiro Protótipo**



**Fonte: Autoral**

### **2.3.1 Segundo protótipo**

Para auxiliar na formação de ideias de forma rápida, um LCD foi integrado ao dispositivo. Dependendo do número de piscadas, além do LED acender, uma mensagem aparece no display indicando uma necessidade.

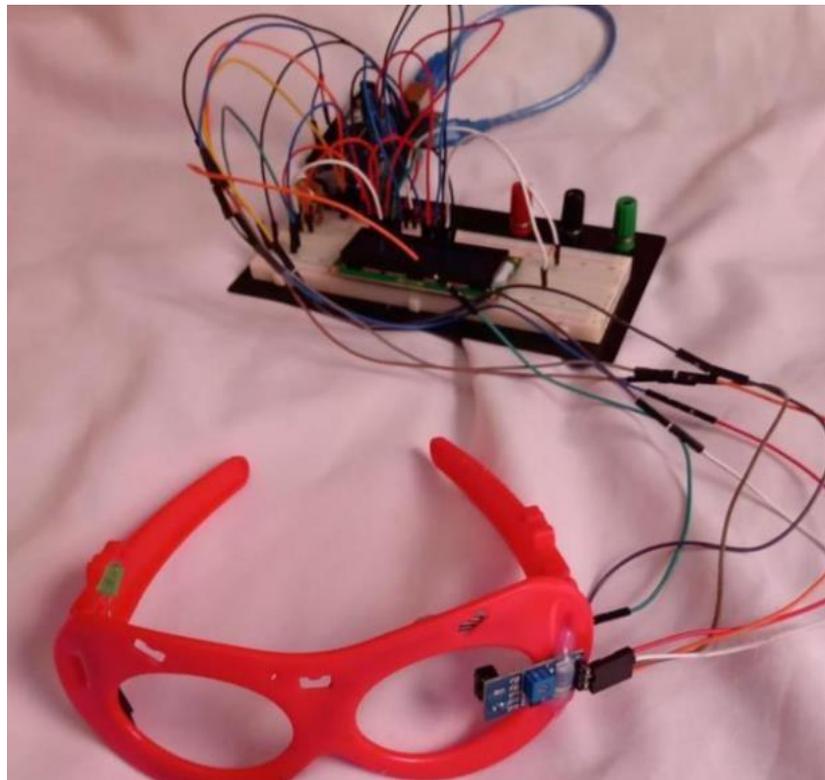
Para que fosse possível utilizar a placa LCD, o Arduino Mini teve que ser trocado pelo Arduino UNO devido ao número de conexões necessárias para ligar o LCD.

**Figura 7 - Funcionamento do LCD**



**Fonte: Autoral**

**Figura 8 - Segundo protótipo**



**Fonte: Autoral**

Em decorrência ao isolamento social devido pandemia do corona vírus e, como o público-alvo do projeto participa do grupo de risco, não foi possível realizar os testes do protótipo presencialmente.

O cronograma de atividades do projeto foi o seguinte:

**Quadro 1 – Cronograma mensal de 2020 a partir de julho**

<b>ETAPA</b>		<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>
DEFINIÇÃO DO TEMA	DO	<b>X</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
PESQUISA BIBLIOGRÁFICA ACERCA DO TEMA		<b>X</b>	<b>X</b>	-	-	-	-	<b>X</b>	-	<b>X</b>
PESQUISA BIBLIOGRÁFICA ACERCA DO DESENVOLVIMENTO	DO	-	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	<b>X</b>
ENTREVISTAS		-	-	<b>X</b>	<b>X</b>	-	<b>X</b>	<b>X</b>	-	<b>X</b>
SIMULAÇÕES		-	-	<b>X</b>	-	-	-	-	-	-
DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS		-	-	-	-	-	<b>X</b>	<b>X</b>	-	<b>X</b>
TESTAGEM EM MASSA	EM	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### **3. Resultados e Discussão**

#### **3.1 Funcionalidade dos microcontroladores**

Inicialmente, houve a criação de um primeiro protótipo realizado pelo microcontrolador Arduíno UNO e demais componentes eletrônicos, os resultados obtidos ao copilar e executar a programação desejada foram executados de forma correta, porém surgiram alguns impasses ao prosseguir com os testes no protótipo inicialmente criado, pois o tamanho do Arduino UNO em relação a base onde seria alocado e a quantidade de ligações plugadas nele apresentaram falha na leitura devido a extensão de seus fios.

Tais testes foram importantes e necessários para modificarmos os itens utilizados no protótipo e, dessa forma, o microcontrolador Arduino uno foi trocado para sua versão reduzida e de mesmo funcionamento, o Arduíno Pro Mini Atmega328P 3,3v 8MHZ, que permitiu a mesma eficiência com um dispositivo com de menor tamanho. Sendo assim, foi possível acoplá-lo no óculos que foi utilizado como base.

Energizando a placa com uma bateria 9V, o funcionamento do circuito foi efetivado e, enquanto havia a piscada, o LED acendia.

Para adicionar o LCD, foi necessário utilizar, novamente, o Arduino UNO, que foi utilizado com a mesma função do Arduino Pro Mini, este foi substituído, porém, seu uso impossibilitou de realizar a colagem no óculos, devido seu tamanho. Quando uma piscada é percebida pelo dispositivo, além de acender o LED, aparece uma frase no LCD. Cada piscada apresenta uma frase diferente.

## **5.2 Execução do programa realizado**

Apesar da troca de microcontroladores, foi obtida uma execução bem-sucedida do programa, logo, o passo foi realizar testes. Primeiramente, foi realizada uma série de testes com o sensor Óptico TCRT5000 em diferentes luminosidades para garantir sua calibração eficiente ao ser executado. Inicialmente, utilizamos o sensor em locais de pouca luz e foram reproduzidos seus resultados no monitor serial, seguidamente, colocamos em locais de baixa luz e foi possível notar a influência dos resultados ao mudar de um local ao outro, infelizmente, nos locais de pouquíssima luz a eficiência do sensor e do código não foram efetivas como o esperado.

Esta comprovação só foi possível com os valores divergentes do motor serial ao ter o sensor aplicado nos diferentes locais, dessa maneira, concluímos que para a melhor eficiência do dispositivo é necessário que estejam localizados em locais equilibrados, sem muita luz e tampouco escuros.

Além disso, testes foram realizados para descobrir a distância média ideal para que a piscada fosse identificada pelo sensor TRCT5000. O resultado do teste foi de 1,2 cm, com poucas variações de pessoa para pessoa.

### **5.3 Aplicação dos componentes a base**

A utilização de uma base foi necessária para acoplar todos os componentes num só lugar e garantir ao dispositivo uma execução eficiente e coesa. Com a utilização do primeiro microcontrolador houve empecilhos de aplicação dos circuitos na base estrutural, pois o tamanho do Arduino uno era desproporcional para ser aplicado no óculos e no mesmo era necessária a utilização de mais cabos interligados aos seus componentes. Conforme a figura 9.

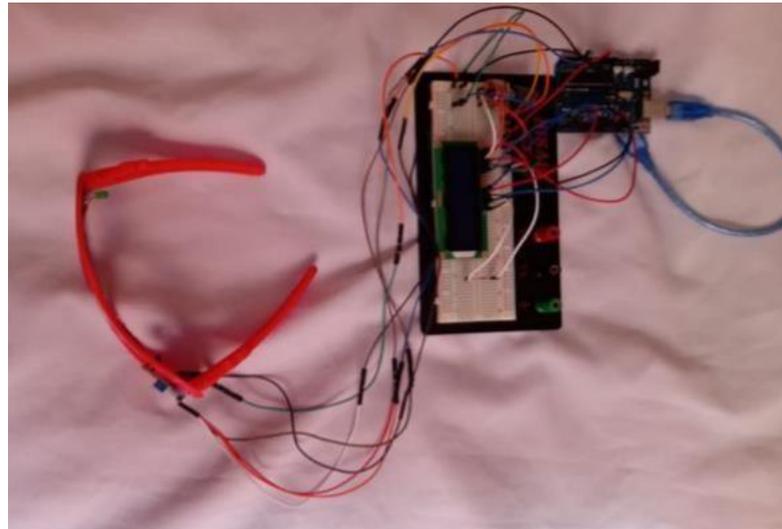
**Figura 9 - Componentes na base do primeiro protótipo**



**Fonte: Autoral**

No segundo protótipo, por conta do uso do LCD e Arduino UNO, foi necessário que uma parte do dispositivo ficasse na mesa para que, assim, fosse possível ler as frases que apareciam no display.

**Figura 10 – Base do segundo protótipo**



**Fonte: Autoral**

### **Figura 6 – Colagem dos componentes na base**

Diferentemente do Arduino uno, o Arduino Pro Mini teve uma aplicação mais coesa e ao utilizá-lo, juntamente, com o LED, resistor e sensor óptico TCRT5000 foi possível anexar todos estes componentes nos óculos devido ao tamanho. Com exceção da bateria, fonte de energia do dispositivo, pois há a necessidade de ser segurada por alguém para o seu funcionamento, devido a pequena extensão de seus fios.

Realizada a soldagem de todos os componentes no microcontrolador e depois a colagem destes na base foi possível ter o funcionamento efetivo do protótipo, conforme o esperado.

### **5.4 Custo do protótipo inicial**

Tabela 1 – Custo dos componentes usados no primeiro protótipo

<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor</b>	<b>Subtotal</b>
Arduino Pro Mini Atmega328P 3,3V 8HMZ	1	R\$ 26,90	R\$ 26,90
Módulo Sensor Óptico Trct5000	1	R\$ 7,90	R\$ 7,90
LED Difuso 5mm Verde 2V 20mA	1	R\$ 0,24	R\$ 0,24

Resistor de 100 ohm	1	R\$ 0,04	R\$ 0,04
<b>Fonte: Elaborada pelos autores</b>		<b>Total</b>	<b>R\$ 35,08</b>

Tabela 2 – Custo dos componentes usados no segundo protótipo

Item	Quantidade	Valor	Subtotal
Arduino UNO R3	1	R\$ 38,90	R\$ 38,90
Módulo Sensor Óptico Trct5000	1	R\$ 7,90	R\$ 7,90
LED Difuso 5mm Verde 2V 20mA	1	R\$ 0,24	R\$ 0,24
Resistor de 220 ohm	1	R\$ 0,04	R\$ 0,04
Resistor de 330 ohm	1	R\$ 0,04	R\$ 0,04
Display LCD 16X2	1	R\$ 16,90	R\$ 16,90
<b>Fonte: Elaborada pelos autores</b>		<b>Total</b>	<b>R\$ 64,02</b>

O preço dos óculos utilizado como base e da bateria não foi levado em consideração.

## **4. Considerações Finais**

A partir do projeto, de acordo com o conteúdo citado nos tópicos de desenvolvimento, análise dos resultados, tal como a criação inicial do protótipo e os métodos usados para pesquisa, foi possível concluir que as dificuldades e limitações de pessoas portadoras de Esclerose Lateral Amiotrófica, e de outras incapacidades motoras e/ou de fala, podem culminar numa exclusão social. Dessa forma, é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que visem diminuir as barreiras apresentadas, juntamente com a interferência do poder público para garantir a inclusão e equidade.

Em relação aos objetivos, o protótipo atendeu-os de forma inicial, reiterando o tema central. Apesar de facilitar o uso de uma comunicação alternativa para pessoas com dificuldades de se comunicar verbalmente e utilizar luz infravermelha para seu funcionamento, o protótipo construído não representa o produto final. Para o produto final do projeto, proposto ao início, envolve a criação de um rastreador que captaria a movimentação ocular a partir de sensores e câmeras, interpretando-os em um software de inteligência artificial, garantindo ainda o baixo custo e a acessibilidade para quem for utilizá-lo. Evoluindo o protótipo, indivíduos com incapacidades motoras serão ainda mais beneficiados.

Vale ressaltar a importância de criar um dispositivo de acessibilidade para a comunidade que o utilizar, sobretudo pessoas com ELA, que possuem seus movimentos limitados e apresentam dificuldades, as quais podem dificultar a autonomia e independência ações corriqueiras de seu dia a dia. E com a utilização do dispositivo idealizado, haverá um auxílio em sua autonomia, conforto e comunicação permitindo, assim, a sua inclusão social na sociedade.

Os objetivos futuros também envolvem a elaboração mais compactua do protótipo para realizar testes e doações aos portadores de ELA e deficientes físicos, para que possam se beneficiar dessa tecnologia que garante uma inclusão que deveria existir por direito.

## 5. Referências

ALECRIM, Emerson. **Como funciona o software que ajuda Stephen Hawking a se comunicar**. [S. l.], 2015. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/183787/intel-acat-opensource/>> Acesso em: 19 nov. 2020.

ALVES, André Felipe da Costa; PINA, Luiz Eduardo de Oliveira; GOMES, Werick Gonçalves; DE SOUZA, Alan Pinheiro; SANTOS, Daiane Sampaio. **Inteligência Artificial**. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: Conceitos, Aplicações e Linguagens, Rev. Conexão Eletrônica, ed. 1, 2017

ARDUINO.CC. **O que é Arduino?** [S. l.], 5 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>> Acesso em: 5 fev. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA (Brasil). **Conheça a ABrELA**. 2020. Disponível em: <<https://www.abrela.org.br/>> Acesso em: 09 set. 2020.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 2016. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)> Acesso em: 07 set. 2020.

CARNEIRO, Thiago R. Alves. **Faixas Salariais x Classe Social – Qual a sua classe social?** [S. l.], 4 ago. 2020. Disponível em: <<https://thiagorodrigo.com.br/artigo/faixassalariais-classe-social-abep-ibge/>> Acesso em: 19 nov. 2020.

CASSEMIRO, Cesar Rizzo; ARCE, Carlos G. **Comunicação visual por computador na esclerose lateral amiotrófica**. Arq. Bras. Oftalmol., São Paulo, v. 67, n. 2, p. 295-300, Apr. 2004. Available from . access on 19 Nov. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0004-27492004000200020>.

HD STORE. **Como a INTEL deu a voz a Stephen Hawking**, 2018. Disponível em: <<https://blog.hdstore.com.br/a-intel-deu-voz-a-stephen-hawking/>> Acesso em: 09 fev. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico, Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**, 2010. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_religiao\\_deficiencia/caracteristicas\\_religiao\\_deficiencia\\_tab\\_pdf.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_religiao_deficiencia/caracteristicas_religiao_deficiencia_tab_pdf.shtm)> Acesso em: 25 jul. 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Uso de internet, televisão e celular no Brasil**, 2018. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/materiasespeciais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>> Acesso em: 2018.

LEITE NETO, Lavoisier and CONSTANTINI, Ana Carolina. Disartria e qualidade de vida em pacientes com esclerose lateral amiotrófica. Rev. CEFAC [online]. 2017,

vol.19, n.5, pp.664-673. ISSN 1982-0216. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-021620171954017>. LINDEN JUNIOR, E.

Abordagem Fisioterapêutica na Esclerose Lateral Amiotrófica: Revista Neurociências, v. 21, n. 2, p. 313-318, 30 jun. 2013.

PALLOTTA, R.; ANDRADE, A.; BISPO, O. C. M. **A Esclerose Lateral Amiotrófica como Doença Autoimune**. Revista Neurociências, v. 20, n. 1, p. 144-152, 31 mar. 2012.

PONTES, R. T.; ORSINI, M.; FREITAS, M. R. DE; ANTONIOLI, R. DE S.; NASCIMENTO, O. J. **Alterações da fonação e deglutição na Esclerose Lateral Amiotrófica**. Revista Neurociências, v. 18, n. 1, p. 69-73, 31 mar. 2010.

PROFISSIONAL com deficiência enfrenta dificuldades no trabalho. G1 GLOBO, 2018. Disponível em: <<http://glo.bo/2b1dyoB>> Acesso em: 18 ago. 2016.

SANTOS, R.; SAMPAIO, P.; SAMPAIO, R.; GUTIERREZ, G.; ALMEIDA, M. **Tecnologia assistiva e suas relações com a qualidade de vida de pessoas com deficiência**. Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo, v. 28, n. 1, p. 54-62, 8 jun. 2017. Disponível em: <https://blog.freedom.ind.br/tecnologiaassistiva-como-promover-a-inclusao-da-pessoa-com-deficiencia/>. Acesso em: 08 jan. 2020.

## ANEXOS

Apêndice I – programação do circuito para o protótipo

```
#include LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
```

```
int LED = 9; int pinSensor = 8;
```

```
int SensorAnalogico = A0;
```

```
int piscada = 0;
```

```
unsigned long intervalo = 0;
```

```
void setup(){ lcd.begin(16, 2);
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
pinMode(pinSensor, INPUT);
```

```
pinMode(LED, OUTPUT);
```

```
digitalWrite(LED, LOW);
```

```
37 lcd.begin(16, 2);
```

```
lcd.print("Seja Bem-Vindo!");
```

```
delay(5000);
```

```
lcd.clear();
```

```
lcd.setCursor(0, 0);
```

```
lcd.print("Passo a Passo:");
```

```
delay(3000);
```

```
lcd.clear();
```

```
lcd.setCursor(0, 0);
```

```
lcd.print("A cada piscada");
```

```
lcd.setCursor(0, 1);
```

```
lcd.print("mostra uma opção");
```

```
delay(5000);
```

```
lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("CASO NAO PISQUE:");

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("aparece um 'nao'");

delay(5000);

lcd.clear();

lcd.print("O QUE DESEJA?");

38 delay(5000);

lcd.clear();

} void loop(){

Serial.println(analogRead(SensorAnalogico));

if (digitalRead(pinSensor) == LOW){ piscada++; if(piscada == 3){ piscada = 0;

}

digitalWrite(LED, HIGH);

delay(1000); }

if(piscada==1){

lcd.setCursor(6, 0); //posição da palavra

lcd.print("FOME");} //escreve a palavra desejada no LCD

if(piscada==2){

lcd.setCursor(6, 0); //posição da palavra

lcd.print("SEDE");} //escreve a palavra desejada no LCD

if(piscada==0){ lcd.setCursor(6, 0); //posição da palavra

lcd.print("nao");} //escreve a palavra desejada no LCD }
```