

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

CAMPUS GUARULHOS

ENSINO MÉDIO INTEGRADO AOS CURSOS DE MECATRÔNICA E
INFORMÁTICA PARA INTERNET

Giane Mayumi Galhard

Jakeline de Oliveira Carvalho

**Dispositivo de Rastreamento Ocular para Pessoas com Deficiências Motoras
(DROPIM)**

Guarulhos

2021

GIANE MAYUMI GALHARD; JAKELINE DE OLIVEIRA CARVALHO

**Dispositivo de Rastreamento Ocular para Pessoas com Deficiências Motoras
(DROPIM)**

Projeto de metodologia de engenharia que visa ser apresentado à Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia, Mostratec, organizada pela Fundação Liberato Salzano Vieira da Cunha, na cidade de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brasil.

Orientador: Prof. Robson Ferreira Lopes

Coorientador: Flávio Luiz Coutinho

Guarulhos

2021

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	05
2. INTRODUÇÃO.....	06
3. METODOLOGIA.....	08
4. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	11
4.1 Conceitos utilizados	11
4.1.1 Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA).....	11
4.1.1.1 Dificuldades de comunicação.....	11
4.1.1.2 Dispositivos de Rastreamento Ocular	12
4.1.2 Arduino	13
4.1.2.1 Arduino Pro Mini Atmega328P 3,3V 8MHZ	14
4.1.3. Sensor Óptico Reflexivo Fototransistor TRCT5000	14
4.1.4. Display LCD 16x2	14
4.1.6 Scratch.....	15
4.1.7 TinkerCad	15
5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	16
5.1 Pesquisa	16
5.2 Elaboração de simulações	18
5.3 Elaboração de protótipo	20
5.3.1 Primeiro protótipo.....	20
5.3.2 Segundo protótipo.....	22
5.3.3 Terceiro protótipo.....	23
6. RESULTADOS	25
6.1 Funcionalidade dos microcontroladores	25
6.2 Execução do programa realizado	26
6.3 Aplicação dos componentes a base	26
6.4 Colagem dos componentes na base.....	28
6.5 Integração do Módulo HC-05 e Applventor	26
6.6 Custo do protótipo inicial	29
8.CONCLUSÕES.....	32
8. REFERÊNCIAS	32
APÊNDICES.....	36
Apêndice I – programação do circuito para o protótipo.....	36

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1 - Formulário	17
Figura 2 – Representação do dispositivo final no TinkerCad.....	19
Figura 3 – Representação do dispositivo final no TinkerCad.....	19
Figura 4 – Simulação no Scratch	20
Figura 5 – Simulação no Scratch	20
Figura 6 – Primeiro protótipo.....	21
Figura 7 – Funcionamento do LCD	22
Figura 8 – Funcionamento do LCD	22
Figura 9 – Segundo protótipo.....	23
Figura 10 – Terceiro protótipo.....	24
Figura 11 – Módulo HC-05 (Bluetooth)	24
Figura 12 – Programação realizada no ApplInventor	25
Figura 13 – Componentes na base do primeiro protótipo.....	27
Figura 14 – Base do segundo protótipo	28

Diagramas

Diagrama 1 – Variáveis e dimensões.....	08
---	----

Quadros

Quadro 1 – Cronograma mensal de 2020 a partir de junho	09
--	----

Tabelas

Tabela 1 – Custo dos componentes usados no primeiro protótipo	29
Tabela 2 – Custo dos componentes usados no segundo protótipo	30

1. 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 às 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.

2. 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 dificultosa 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 às 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.

Desse modo, a necessidade de criar alternativas de comunicação que sejam acessíveis e práticas para as limitações causadas pela Esclerose Lateral Amiotrófica é extremamente importante para garantir maior autonomia do indivíduo portador, permitindo sua inclusão no convívio social e execução de tarefas básicas. Sendo assim, o objetivo do projeto é criar uma plataforma de comunicação por meio da utilização do computador a partir do rastreamento ocular do movimento da retina com custo acessível para todas às classes sociais. Tendo em vista que a renda familiar mensal da classe E em 2020 é de até R\$ 2.090,00 (CARNEIRO, 2020), é necessário que o sistema seja efetivo e de baixo custo.

O sistema emitirá luz infravermelha para rastrear o movimento ocular ao emitir luz infravermelha que será refletida pela retina. Tal reflexo será captado com auxílio de uma câmera e sensores e, após uma calibração, o dispositivo reconhecerá, interpretará e utilizará o movimento da retina para uso do computador por meio de um software com inteligência artificial. Assim, há uma maior liberdade de expressão, conforto e independência ao usuário.

Para chegar ao objetivo geral, os seguintes objetivos específicos tiveram e terão que ser desenvolvidos:

- Identificar, por meio de análise bibliográfica, pesquisas quantitativas e qualitativas, as principais dificuldades dos indivíduos portadores de ELA, tal como a experiência com seus métodos de comunicação;
- A partir dos pontos negativos e positivos, desenvolver uma solução hipotética;
- Pesquisas bibliográficas para verificar possível validade;
- Simulação por meio de softwares online;
- Prototipação da versão inicial;
- Testagem e feedback com público-alvo;

- Desenvolvimento da versão final (dividindo em duas partes: lógica e física), com materiais de baixo custo e softwares de inteligência artificial que sejam compatíveis com a maior parte dos dispositivos tecnológicos.

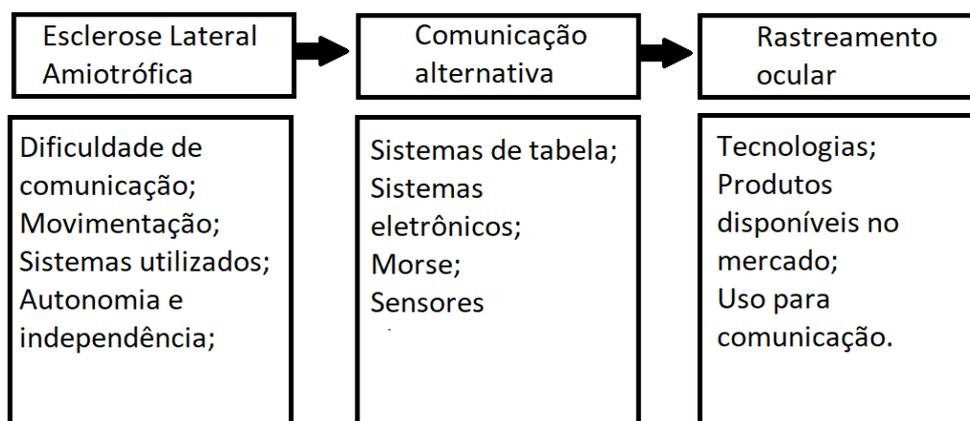
3. METODOLOGIA

O projeto está sendo desenvolvido de forma online, haja vista a necessidade de isolamento social em decorrência da pandemia causada pelo vírus Sars-CoV-19. O protótipo foi desenvolvido na casa das pesquisadoras em Guarulhos, São Paulo.

O tipo de pesquisa desenvolvida é uma pesquisa exploratória, haja vista que o objetivo é aprimorar a ideia do dispositivo de rastreamento ocular para pessoas com deficiências motoras a baixo custo. A unidade de pesquisa utilizada é micro, pois analisa uma parte da sociedade sem restringir-se à organizações e indivíduos.

As variáveis e dimensões utilizadas para a pesquisa são:

Diagrama 1 - Variáveis e dimensões



Fonte: Elaboração pelos autores

Iniciado em 22/07/2021, o desenvolvimento do projeto seguiu este cronograma:

Quadro 1 – Cronograma mensal de 2020 a partir de junho

Etapa	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Definição do tema	X	-	-	-	-	-	-
Pesquisa bibliográfica acerca o tema	X	X	-	-	-	-	X
Pesquisa bibliográfica acerca do desenvolvimento	-	X	X	X	X	-	X
Entrevistas	-	-	X	X	-	X	X
Simulações	-	-	X	-	-	-	-
Desenvolvimento dos protótipos	-	-	-	-	-	X	X

Fonte: Elaborada pelos autores

As técnicas de pesquisa utilizadas no projeto foram:

- Levantamento por meio da plataforma google forms com o público-alvo para identificação de problemas com o público-alvo.

- Pesquisa bibliográfica sobre os temas de esclerose lateral amiotrófica, automação e rastreamento ocular com o objetivo de aprofundar-se no problema de pesquisa e desenvolver a hipótese do projeto.
- Prototipação, utilizando conteúdo sobre automação e sensores, da hipótese criada.

Os instrumentos de coleta utilizados no projeto foram:

- Coleta documental para dados primários: dados provenientes do formulário desenvolvido na plataforma google forms.
- Coleta documental para dados secundários: revistas científicas e pesquisas feitas em banco de dados de projetos e pesquisas científicas.

As etapas foram baseadas na metodologia de Engenharia. Sendo assim:

- Desenvolvimento de formulário na plataforma google forms para receber entender o problema;
- Desenvolver a hipótese de solução para o problema;
- Leitura de material disponível na internet, por meio de coleta de dados secundários;
- Identificação das informações relevantes para a pesquisa
- Sistematização das informações identificadas
- Utilização das informações relevantes para elaboração do trabalho final;
- Entendimento do problema e desenvolvimento de hipótese: pesquisa bibliográfica;
- Simulação do protótipo;
- Prototipação física da hipótese.

O projeto irá evoluir, em breve, para o estágio de testagem com o público-alvo.

4. REFERÊNCIAL TEÓRICO

4.1 Conceitos utilizados

4.1.1 Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA)

A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) é uma doença que causa a degeneração gradual e progressiva dos neurônios responsáveis pelos movimentos motores de um indivíduo por meio da atrofia muscular e fraqueza causada pelo neurônio motor superior. Foi descrita pela primeira vez em 1874 por Charcot, sendo considerada, até hoje, uma doença rara, haja visto que sua taxa de incidência é de 1 a 5 casos para 100.000 habitantes; além disso, apesar de ter um diagnóstico correto em 95% dos casos e tratamentos retardantes, não há cura nem causas conhecidas (PALLOTTA et. Al, 2012).

Segundo NETO e CONSTANTINI (2017) Em 60% dos casos, a fraqueza muscular é marca inicial no desenvolvimento da Esclerose Lateral Amiotrófica, que acabam se desenvolvendo em lentidão, fraqueza, imprecisão articulatória e falta de coordenação no sistema estomatognático (isto é, falha no sistema articulatório, respiratório, fonatório, ressonantal e articulatório), porém a capacidade cognitiva é preservada. Desse modo, há uma perda da independência do indivíduo e, em alguns casos, isolamento do convívio social por conta da dificuldade de fala e demais incapacidades funcionais.

A doença é invariavelmente fatal, e tem uma média de sobrevida após 5 anos de 25%. Cerca de 5 a 10% dos pacientes possuem histórico familiar com a doença, mas não há componentes genéticos evidentes na maioria dos casos, e, apesar de haver tratamentos, eles são complicados por conta do pouco conhecimento dos mecanismos patológicos e relativa raridade da doença, dificultando pesquisas clínicas (JUNIOR, 2013).

4.1.1.1 Dificuldades de comunicação

De acordo com PONTES et. al. (2010), com a evolução da doença, a comunicação torna-se dificultosa 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. Dessa forma, há um aumento de lentidão da velocidade da fala.

A partir disso, ocorre uma dificuldade gradual na comunicação por causa das alterações na fala. Como consequência, pode levar ao isolamento do convívio social, afetado diretamente a vida do indivíduo (NETO e CONSTANTINI, 2017).

Desse modo, a necessidade por outros meios de comunicação acessíveis é inexorável para garantir autonomia e bem-estar para os portadores de ELA. Logo, são usadas técnicas que envolvem comunicação alternativa, simbólica e sistemas não verbais. A partir disso, o computador pode ser um aliado para comunicação de portadores de ELA por meio do movimento ocular, haja vista que um exame de fevereiro, 2002, revelou movimentação ocular conjugada normal para baixo e para os lados, além de que a pupila, córnea, segmento anterior e fundo de olho não possuíam alterações (CASSEMIRO e ARCE, 2004).

CASSEMIRO e ARCE (2004) também fizeram um relato a partir de casos clínicos, descrição de equipamento e revisão de literatura sobre Esclerose Lateral Amiotrófica, que teve como resultado a possibilidade de comunicação e outras de outras tarefas (como desenho gráfico) por meio de computador e equipamento eletrônico, tendo em vista que os indivíduos com ELA possuíam “[...] musculatura ocular extrínseca parcialmente poupada, intelecto e estado de consciência intactos”.

4.1.1.2 Dispositivos de Rastreamento Ocular

Como alternativa para comunicação efetiva de indivíduos com Esclerose Lateral Amiotrófica ou outras incapacidades motoras, muitos estudos e projetos com a função de rastrear a retina ocular foram desenvolvidos. Dois dos projetos desenvolvidos foram os seguintes:

- **Assistive Context Aware Toolkit (ACAT):** Conhecido, principalmente, por ser o software utilizado por Stephen Hawking, físico britânico e portador de ELA, o

ACAT foi desenvolvido pela Intel em parceria com a Swiftkey. No primeiro momento, o sistema consistia na movimentação de um cursor em uma tabela com diversas letras, sendo necessário contrair a bochecha para marcá-lo. Infelizmente, tal método não era prático, logo, houve mudanças e adição de sensores que reconheciam os movimentos faciais de Hawking. Os dados são interpretados pelo software Assistive Context Aware Toolkit, que apresenta as funções a serem selecionadas, permitindo com que haja escrita (e reprodução em som) e execução de tarefas informáticas básicas, como abrir o navegador. O software também utiliza de Inteligência Artificial para aprender com o uso do computador pelo indivíduo e, assim, sugerir a tarefa, aumentando produtividade (ALECRIM, 2015). Desde 2015, o software ACAT é open source, porém é necessária a parte física para utilizá-la.

- **Tobii Dynavox PCEYE mini:** O dispositivo é um mouse ocular para acessar o computador e comunicar-se de forma alternativa direcionado, principalmente, para pacientes com ELA, lesão muscular, distrofias ou atrofas e síndrome de Rett. O funcionamento substitui o mouse e o teclado, permitindo o uso do computador (com tarefas facilitadas), comunicação com os olhos e sistema de voz segundo seu site oficial. Para comprá-lo, é necessário fazer um orçamento para atender suas necessidades. Por conta da tecnologia e importação, o custo sai, por vezes, inacessível às classes C, D e E.

Sendo assim, é possível notar a necessidade de tornar acessível, em termos financeiros e de recursos, tecnologias que permitam o uso do computador e comunicação alternativa para indivíduos com ELA.

4.1.2 Arduino

De acordo com Thomsen (2014), o Arduino é uma placa de microcontrolador Atmel com circuitos de entrada/saída, que possui a capacidade de ser conectada aos computadores e programada via IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) por meio das linguagens de programação C/C++. Foi criado em 2005 pelos pesquisadores Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis com o objetivo de tornar acessível o desenvolvimento de circuitos eletrônicos de forma barata, funcional e fácil, sendo possível de montá-lo, modificá-lo e personalizá-lo.

Segundo o site oficial Arduino (2018), o Arduino é um projeto de plataforma eletrônica de open-source, isto é, utiliza a Creative Commons license e possui códigos abertos, permitindo, por meio dos direitos autorais, que o software e hardware sejam estudados, modificados e distribuídos coletivamente. Desse modo, é possível que sua linguagem seja expandida através de bibliotecas e colaboração de usuários. A partir desta plataforma, é possível ler entradas e enviar saídas utilizando a linguagem de programação do Arduino e seu software IDE, baseado no processamento.

4.1.2.1 Arduino Pro Mini Atmega328P 3,3V 8MHZ

Segundo NERY (2020), o Arduino Pro Mini é uma placa de microcontrolador criada a partir do processador *ATmega 328P*, utiliza tensão de 3,3V e frequência de 8Mhz. Foi desenvolvida para trabalhar em projetos com espaço reduzido, sendo assim, suas dimensões são de 45 x 18mm. Possui 14 pinos para entrada e saída digital, 8 entradas analógicas, ressonador on-board e botão de reset.

A placa também apresenta uma Memória Flash de 32KB, memória estática de acesso aleatório (SRAM) de 2KB, *Electrically-Erasable Programmable Read-Only* (EEPROM) de 1 KB e trabalha com tensões de entrada que variam de 3,3V até 16V

4.1.3. Sensor Óptico Reflexivo Fototransistor TRCT5000

OLIVEIRA (2019) apresenta o Sensor Óptico Reflexivo TCRT5000 é um componente eletrônico que possui um LED emissor de raios infravermelhos e um fototransistor infravermelho, funcionando a partir de um sistema de reflexão. A luz infravermelha emitida é refletida para o fototransistor, que ativa o sensor.

Ainda segundo OLIVEIRA (2019), o sensor é aplicado em projetos de detectar obstáculos e possui tensão de 5V, corrente máxima de 60 mA, comprimento de onda de 950nm e detecção máxima na distância de 25mm.

4.1.4 Display LCD 16x2

De acordo com MURTA (2018), os displays LCD, Liquid Crystal Display, possibilitam o uso de uma interface visual simples entre homem e máquina, necessitando de pouca energia para funcionar e, conseqüentemente, sendo mais baratas. É possível, por meio do LCD, apresentar diversos sinais, letras e números. Para isso, há duas placas acrílicas transparentes e, entre elas, um cristal líquido que altera seu comportamento de acordo com a tensão aplicada, formando a imagem.

Ainda segundo MURTA (2018), o display LCD 16x2 possui dimensão total de 80mm x 36mm x 12mm, sendo possível apresentar 16 caracteres por duas linhas simultaneamente. Para que ele funcione, são necessários aproximadamente 11 pinos de entrada e saída.

4.1.6 Scratch

De acordo com seu site oficial, o Scratch foi projetado pelo grupo *Life long Kindergarten* no Instituto de Tecnologia de Massachusetts, idealizado por Mitchel Resnick. É um software com linguagem de programação em blocos lógicos com interface gráfica, disponível gratuitamente para incentivar os jovens a pensar de forma criativa, exercitar o raciocínio lógico e criar histórias, jogos e simulações interativas que podem ser disponibilizadas numa plataforma colaborativa. Seu público-alvo são jovens entre 8 e 16 anos, mas, por conta da interface intuitiva e gráfica que não depende de conhecimentos prévios na área de informática, alcança milhares de pessoas de diversas idades.

4.1.7 TinkerCad

O TinkerCad foi criado em 2011 pela Autodesk, empresa de softwares de design e conteúdo digital, gravado por meio de JavaScript e da API *Web Graphics Library*. É uma ferramenta disponível nos navegadores de internet que possibilita a modelagem e desenvolvimento de projetos por meio de formas 3D, que tem como objetivo incentivar o desenho técnico assistido por computador para qualquer pessoa, independentemente de sua idade, gênero ou área do conhecimento, ao passo que enfatiza a comunidade, projetos abertos e interação entre usuários. Há também o *TinkerCadCircuits*, que simula circuitos análogos e digitais em placas Arduino, permitindo escolher componentes em uma variada lista, alterando seus valores e

propriedades, além de sua IDE, que permite a visualização do monitor serial e a programação da placa por meio de blocos ou em linguagem C. (PRADO, 2018)

5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Este capítulo descreve os materiais utilizados nas simulações e protótipo, tal como as etapas para garantir seus respectivos funcionamentos.

5.1 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.

Coiso

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.

5.2 Elaboração de simulações

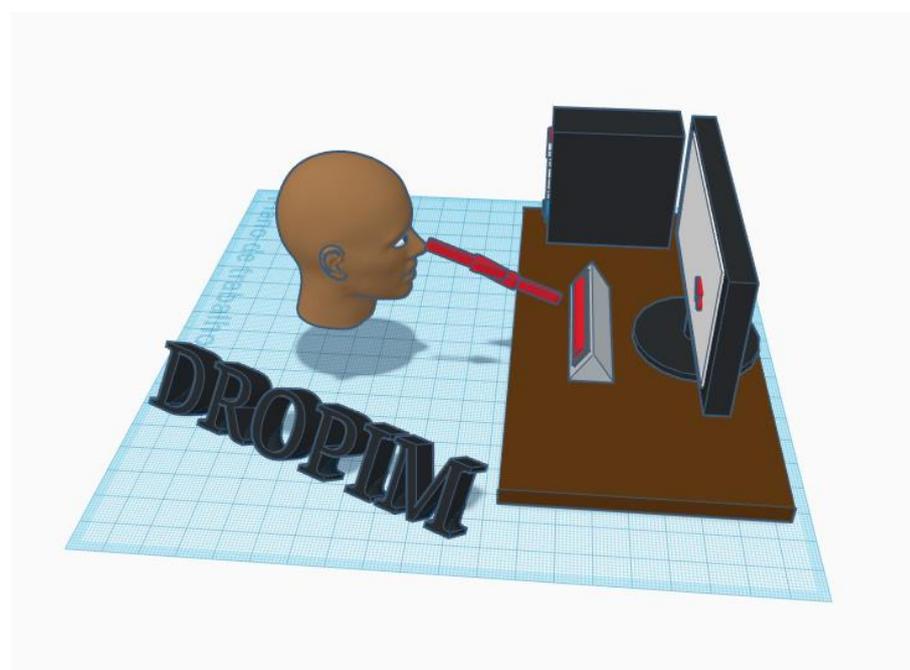
Após selecionar as maiores dificuldades, o objetivo do projeto foi definido. Dessa forma, para deixar a ideia clara, foram desenvolvidos os seguintes itens: representação 3D do produto final no TinkerCad e simulação do funcionamento no Scratch.

Figura 2 - Representação do dispositivo final no Tinkercard

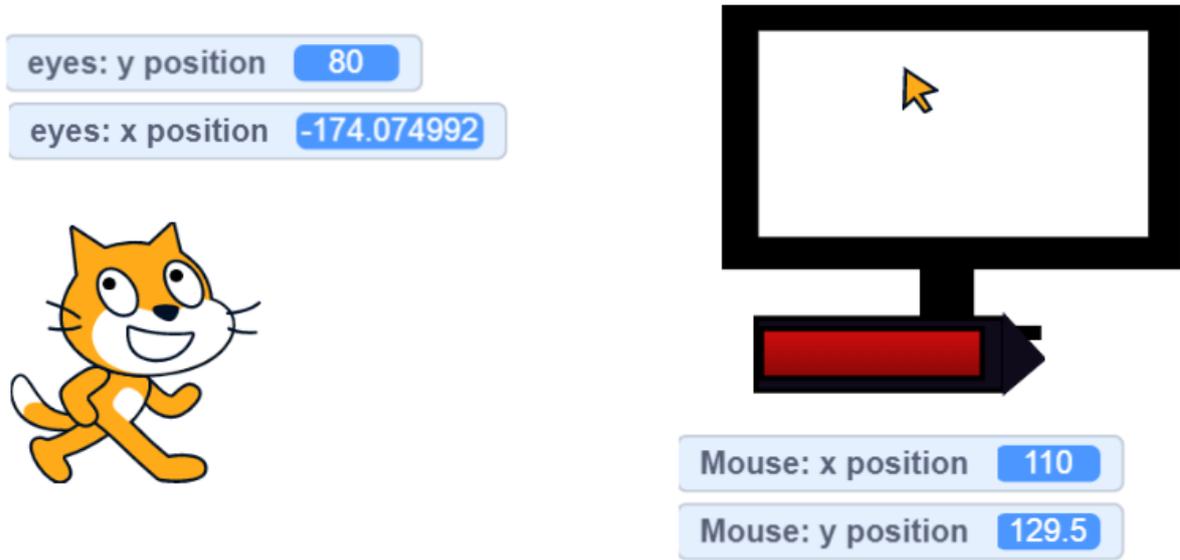


Fonte: Autoral

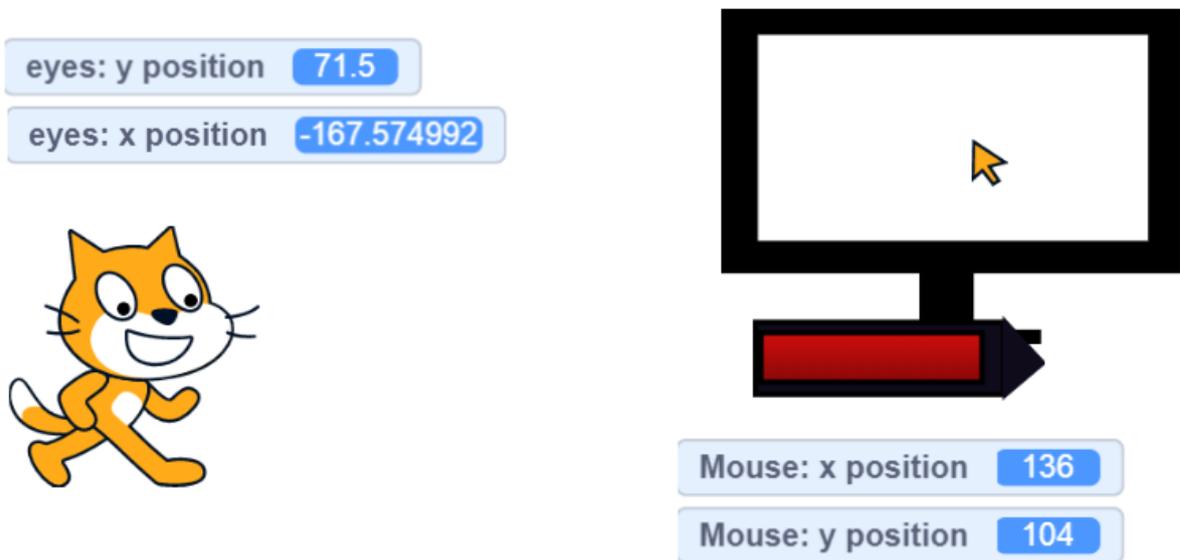
Figura 3 - Representação do dispositivo final no Tinkercard



Fonte: Autoral

Figura 4 - Simulação no Scratch

Fonte: autoral

Figura 5 - Simulação no Scratch

Fonte: Autoral

5.3 Elaboração de protótipo

5.3.1 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 comunica-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.

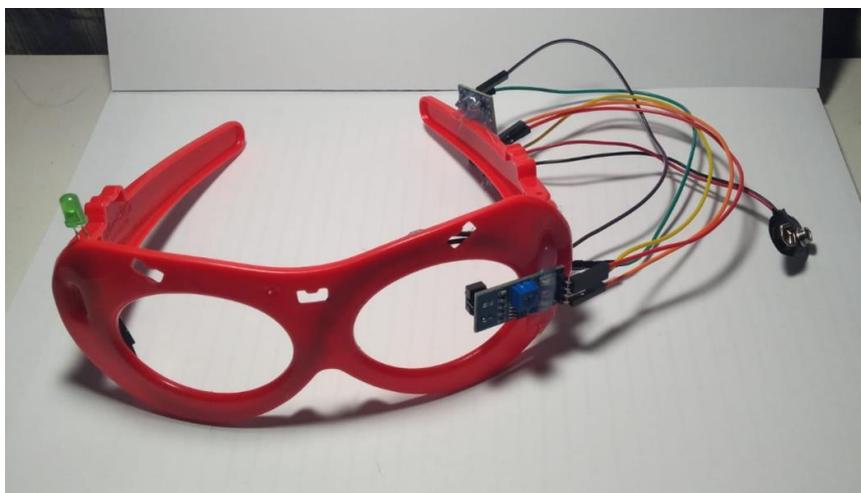
Primeiramente, a placa Arduino Uno foi usada. Por conta do tamanho, foi trocada pela Arduino Pro MiniAtmega328P 3,3v 8MHZ. Foi necessário programá-lo por meio da placa Arduino Uno por conta da conexão com a IDE. O código utilizado está no apêndice I.

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

5.3.2 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

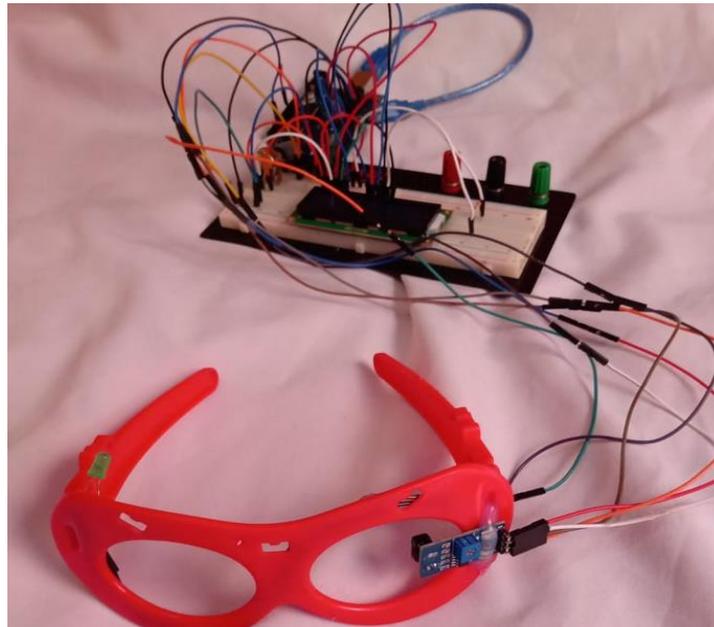


Fonte: Autoral

Figura 8 - Funcionamento do LCD



Fonte: Autoral

Figura 9 - Segundo protótipo

Fonte: Autoral

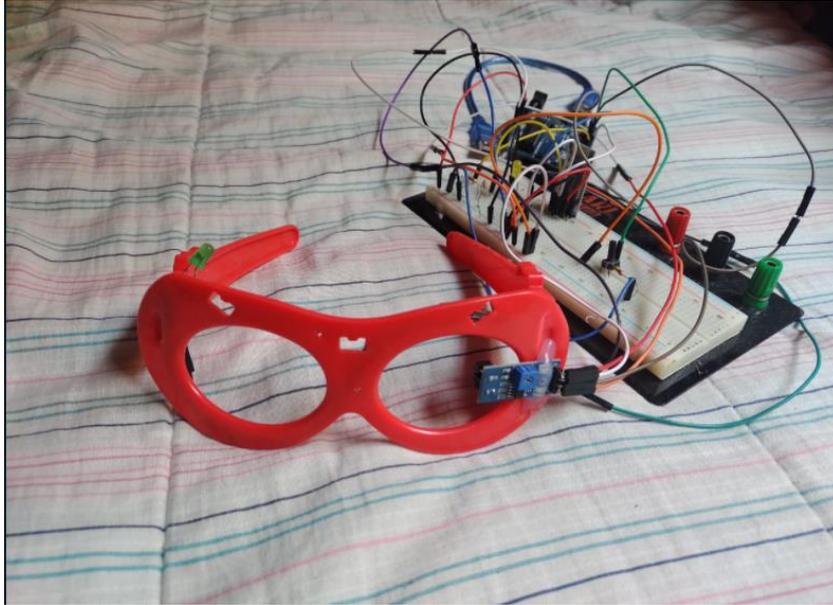
5.3.3 Terceiro protótipo

Sua função, como a dos últimos criados, captura e reconhece o movimento da piscada e o transmite em forma de mensagens desejadas pelo usuário. Ademais, sua utilização inclui o módulo HC-05, que é uma comunicação externa do Arduino em forma Bluetooth, com o módulo houve a opção de substituir o Display LCD por um aplicativo (APP) Android no celular/computador, o ApplInventor. Com o APP é direcionado uma plataforma comunicativa entre o Arduino, o módulo e aparelho eletrônico que, através da conexão Bluetooth, é permitida a interação do usuário ao dispositivo.

Assim, ao ter o movimento reconhecido pelo sensor TCRT5000, as mensagens, que antes eram visualizadas e transmitidas pelo LCD, são agora atribuídas ao App desenvolvido por meio do Tinkercad no celular (Fig. 11). Além disso, o aplicativo possui a funcionalidade *Text to Speech*, a qual lê um texto escrito na tela em voz alta.

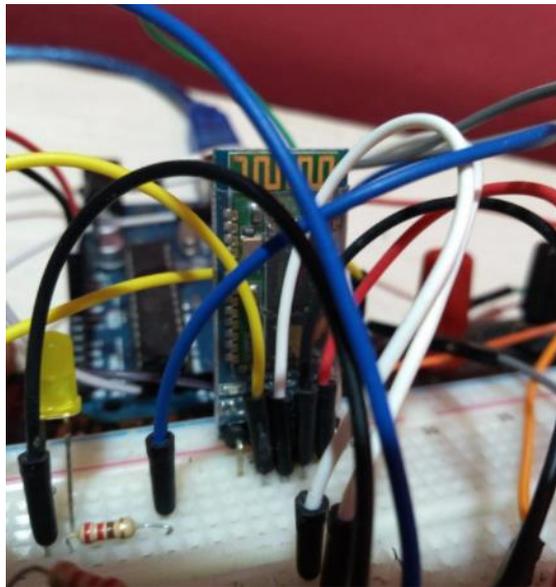
Desse modo, pode-se afirmar que a criação do terceiro protótipo, possibilitou uma melhoria e confortabilidade na interação do dispositivo ao indivíduo, visto que, com a integração Bluetooth, houve a diminuição de conexões ao circuito e Arduino.

Figura 10 – Terceiro protótipo



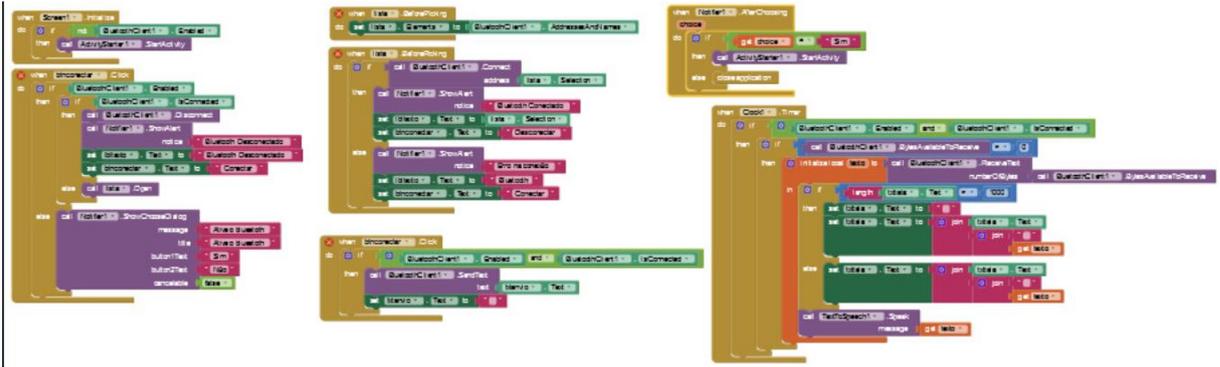
Fonte: Autoral

Figura 11 – Módulo HC-05 (Bluetooth)



Fonte: Autoral

Figura 12 – Programação realizada no AppInventor



Fonte: Autoral

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

6. RESULTADOS

Neste capítulo serão relatadas as análises sobre os métodos aplicados e sobre os testes realizados.

6.1 Funcionalidade dos microcontroladores

Inicialmente, houve a criação de um primeiro protótipo realizado pelo microcontrolador Arduino UNO e demais componentes eletrônicos, os resultados obtidos ao copiar 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 Arduino Pro Mini Atmega328P

3,3v 8MHZ, que permitiu a mesma eficiência com um dispositivo com 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, porém não será utilizado na última versão. Quando uma piscada é percebida pelo dispositivo, além de acender o LED, aparece uma frase no LCD. Cada piscada apresenta uma frase diferente.

6.2 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.

6.3 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 6.

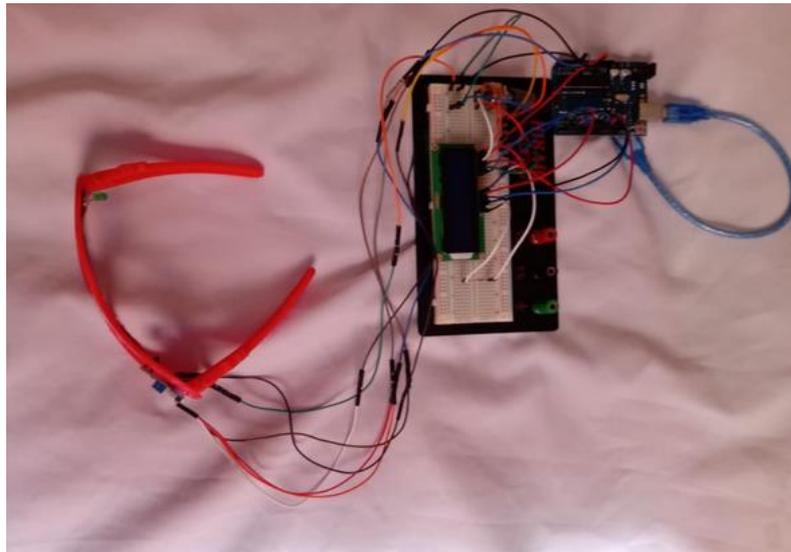
Figura 13 - Componentes na base do primeiro protótipo



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 14 - Base do segundo protótipo



Fonte: Autoral

6.4 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.

6.5 Integração do Módulo HC-05 e AppInventor

Com o surgimento do terceiro protótipo, houve a necessidade de aplicar soluções adaptativas na abordagem da comunicação do dispositivo com o usuário, permitindo assim, mais interação e conforto ao utilizá-lo.

Assim, para amenizar a quantidade de aplicações e extensões dos componentes na base, foi acrescentado um aplicativo Android para substituir o uso de

alguns componentes eletrônicos, como o display LCD e LEDs. A integração do aplicativo ApplInventor proporcionou a praticidade do usuário com a plataforma, pois seu uso é via Bluetooth e cumpre com a integração de uma assistente de voz, mensagens instantâneas e maior dinamicidade para comunicação.

Diferentemente da prototipagem inicial, a elaboração do aplicativo resultou em organização e praticidade em relação aos protótipos até então utilizados, pois, com seu uso, foi possível substituir conexões, componentes e programas apenas por um celular via Bluetooth, dando assim, uma variedade esteticamente física e usual do dispositivo.

6.6 Custo do protótipo inicial

Tabela 1 – Custo dos componentes usados no primeiro protótipo

Item	Quantidade	Valor	Subtotal
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
Total			R\$ 35,08

Fonte: Elaborada pelos autores

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
		Total	R\$ 64,02

Fonte: Elaborada pelos autores

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

7. CONCLUSÕES

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.

8. 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-open-source/>. 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. Acesso em: 07 set. 2020.

CABRAL, Bianca M. T.; JUNIOR, Valdick B. de Sales. SOFTWARES ESPECIAIS DE ACESSIBILIDADE PARA PARALISIA MOTORA. Revista Facima Digital Gestão. Disponível em: https://www.aneibrasil.org.br/attachments/article/13/revista_facima_ano_1_paralisia_motora.pdf. Acesso em: 08 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/faixas-salariais-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 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-

27492004000200020&lng=en&nrm=iso>. access on 19
Nov. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0004-27492004000200020>.

COSSETTI, Melissa Cruz. O que é inteligência artificial? [S. l.], 2018. Disponível em: <https://tecnoblog.net/263808/o-que-e-inteligencia-artificial/>. Acesso em: 19 nov. 2020.

DE PAULI, Camila. Lição de cidadania: a inclusão no mercado de trabalho. Funpar, 2015. Disponível em: <http://www.funpar.ufpr.br/licao-de-cidadania-a-inclusao-no-mercado-de-trabalho/>. Acesso em: 06 ago. 2015.

DO PRADO, Thiago Pereira. Tinkercad: ferramenta online e gratuita de simulação de circuitos elétricos. [S. l.], 19 abr. 2018. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/tinkercad/>. Acesso em: 19 nov. 2020.

GUIA completo do Display LCD – Arduino. [S. l.], 13 abr. 2018. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/guia-completo-do-display-lcd-arduino/>. Acesso em: 1 mar. 2021.

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. 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/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>. Acesso em: 2018.

Instituto Paulo Gotijo (IPG). Quem somos? Disponível em: <http://www.ipg.org.br/carta/lan/br>. Acesso em: 09 set. 2020.

INTEL newsroom. New Intel - Created System Offers Professor Stephen Hawking Ability to Better Communicate with the World, 2014. Disponível em: <https://newsroom.intel.com/news-releases/new-intel-created-system-offers-professor-stephen-hawking-ability-to-better-communicate-with-the-world/>. Acesso em: 02 dez. 2014.

LAZAROJCS IN DEFICIÊNCIA. Deficiência motora. Facilitando a Acessibilidade, 2015. Disponível em:

<https://facilitandoacessibilidade.wordpress.com/2015/04/13/deficiencia-motora/>.

Acesso em: 13 de abril de 2015.

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.

NERY, Gustavo. Guia completo do Arduino Pro Mini. *In: Por que o Arduino Pro Mini?* [S. l.], 29 abr. 2020. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/guia-completo-do-arduino-pro-mini/>. Acesso em: 29 abr. 2020.

O QUE é Arduino? [S. l.], 2 set. 2014. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>. Acesso em: 2 set. 2014.

OLIVEIRA, Euler. Como usar com Arduino – Sensor Óptico Reflexivo TCRT5000. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/arduino-utilizando-o-sensor-reflexivo-tcrt5000/>. Acesso em: 19 nov. 2020.

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.

PRASAD, Sai. Código fonte do ACAT: dispositivo utilizado por Stephen Hawking. Dispositivo utilizado por Stephen Hawking. 2019. Disponível em: <https://github.com/intel/acat/releases>. Acesso em: 05 mar. 2019.

PROFISSIONAL com deficiência enfrenta dificuldades no trabalho. G1 GLOBO, 2018. Disponível em: <http://glo.bo/2b1dYoB>. Acesso em: 18 ago. 2016.

REGGIANI, Lucia. Controle pelo olhar: A Tecnologia recupera a capacidade de interagir com o mundo. Microsoft, 2020. Disponível em: <https://news.microsoft.com/pt-br/features/controle-pelo-olhar-a-tecnologia-recupera-a-capacidade-de-interagir-com-o-mundo/>. Acesso em: 08 jan. 2020.

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/tecnologia-assistiva-como-promover-a-inclusao-da-pessoa-com-deficiencia/>. Acesso em: 08 jan. 2020.

THE EyeWriter. 2015. Disponível em: <https://www.instructables.com/id/The-EyeWriter/>. Acesso em: 09 set. 2020.

TOBII DYNAVOX (Brasil). Produtos. 2020. Disponível em: <https://www.tobiidynavox.com/>. Acesso em: 09 set. 2020.

APÊNDICES

Apêndice I – programação do circuito para o protótipo

```
#include <LiquidCrystal.h>
```

```
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);
```

```
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?");
```

```
    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
```

```
}
```