

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES

Giane Mayumi Galhard
Jakeline de Oliveira Carvalho

**DROPIM: Dispositivo de Rastreamento Ocular para Pessoas
com Deficiência Motora.**

Orientador: Flávio Luiz Coutinho.
Co-orientador: Robson Ferreira
Lopes

São Paulo
2021

Resumo

A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) é uma doença que afeta o sistema nervoso, desenvolvendo uma degeneração gradual dos neurônios responsáveis pelos movimentos. 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 classes sociais, apesar de a Lei Brasileira de Inclusão (Lei 13.146/2015) prever 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 Esclerose Lateral Amiotrófica ou incapacidades físicas semelhantes e de custo acessível, utilizando tecnologias de Rastreamento Ocular. 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, 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 Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), 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. 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 ELA e incapacidades motoras semelhantes.

Uma das alternativas consiste em viabilizar a comunicação através dos rastreadores oculares. Tais dispositivos empregam algum tipo de sensor para medir o movimento dos olhos, e a partir do movimento percebido pode-se controlar outros dispositivos, ou programas do computador. O tipo de informação que um rastreador ocular fornece pode variar de acordo com o tipo do dispositivo e sensores empregados. Rastreadores oculares podem detectar piscadas, movimentos do globo ocular, ou até mesmo estimar o ponto observado por uma pessoa sobre uma superfície, como tela de um computador.

A grande maioria das técnicas mais modernas de rastreamento ocular publicadas na literatura científica (também empregada pelos rastreadores comerciais) são baseadas em visão computacional e processamento de imagens (HANSEN, 2010). Uma (ou mais)

câmeras são usadas para captar imagens do olho, que são então processadas a fim de se detectar características oculares relevantes (como os cantos dos olhos e o centro da pupila). A partir destas características o ponto observado é então estimado. Isso permite, usar o olhar como um substituto do mouse, por exemplo (com a ressalva que as interfaces dos programas precisam ser adaptadas para serem controladas adequadamente através do olhar). É importante notar ainda que a qualidade da estimativa (precisão) pode variar bastante de acordo com a configuração e do modelo de estimação do olhar empregados.

Rastreadores oculares comerciais disponíveis são relativamente fáceis de usar, e costumam vir acompanhados de pacotes de aplicativos para fins de acessibilidade. Entretanto, possuem custo bastante elevado, não sendo acessíveis para as classes sociais menos favorecidas. Além disso, muitas vezes não são compatíveis com dispositivos que os potenciais usuários do rastreador ocular já possuem. A opção pela construção de um dispositivo “caseiro”, de baixo custo, a partir de câmeras comuns amplamente disponíveis também não é uma realidade para a grande maioria das pessoas, pois exige conhecimento especializado para adaptação/desenvolvimento dos programas a serem integrados ao rastreador, além da montagem/modificação do próprio dispositivo (boa parte das técnicas propostas na literatura, e também empregadas pelos rastreadores comerciais, por exemplo, usam câmeras e iluminadores infravermelho a fim de tornar a etapa do processamento das imagens mais robusto, algo que pode dificultar o uso direto de uma câmeras comuns, amplamente disponíveis).

Partindo desta carência de dispositivos de rastreamento oculares acessíveis (tanto em termos de custo das opções comerciais, quanto em facilidade de acesso das versões “caseiras”), o presente projeto tem como objetivo explorar rastreadores oculares mais limitados (por exemplo, que apenas detectam piscadas, ou possuem baixa precisão), porém de custo muito reduzido, para desenvolver uma plataforma alternativa e acessível que viabilize a comunicação e bem-estar de pessoas com limitações motoras através da interação pelo olhar.

2. Objetivos;

Diante da evidente necessidade de se disponibilizar alternativas de comunicação acessíveis e práticas para a inclusão das pessoas que possuem restrições de movimentação causadas pela ELA (ou outras condições), é de extrema importância assegurar a autonomia na comunicação e o baixo custo do dispositivo idealizado. Desta forma, este projeto tem o objetivo principal de desenvolver uma plataforma de comunicação alternativa, baseada em um dispositivo rastreador ocular de baixo custo. O desenvolvimento será feito a partir de um protótipo de rastreador capaz de detectar piscadas dos olhos a partir de sensores ópticos, e um protótipo de sistema de comunicação que permite a uma pessoa interagir com uma interface visual na qual se pode escolher algumas opções de mensagens para comunicação, abrindo novas possibilidades de interação pelo olhar. As possibilidades de interação a partir deste dispositivo capaz de detectar piscadas serão exploradas, tal como a hipótese de que o dispositivo é capaz de ser usado para identificar movimento da retina, mesmo que de forma limitada.

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

- Identificar, por meio de análise bibliográfica, pesquisas quantitativas e qualitativas, as principais dificuldades dos indivíduos portadores de Esclerose Lateral Amiotrófica, tal como a experiência com seus métodos de comunicação, de modo a desenvolver uma solução tecnológica que seja acessível e adequada para suas necessidades, garantindo maior autonomia e inclusão social do indivíduo;
- pesquisar e explorar as possibilidades de interação viáveis a partir do protótipo desenvolvido e eventuais refinamentos do mesmo;
- Elaborar uma plataforma de comunicação e implementá-la;
- Avaliar a plataforma desenvolvida por meio de testes com o público-alvo, utilizando os resultados para aumentar a efetividade do protótipo.

3. Metodologia;

O objetivo da pesquisa é desenvolver uma plataforma de comunicação alternativa, baseada em um dispositivo rastreador ocular de baixo custo.

Para alcançar o objetivo, é realizada uma pesquisa aplicada com método de engenharia, cujas etapas são: pesquisas sobre o tema; definição do tema; hipótese de solução; prototipação; testes e conclusão.

Para as pesquisas sobre o tema, foram utilizadas as técnicas de pesquisa bibliográfica e levantamento de dados. O uso da pesquisa bibliográfica e levantamento de dados é justificado pela necessidade em aprofundar-se nas questões referentes às necessidades e dificuldades de comunicação das pessoas com Esclerose Lateral Amiotrófica, que caracterizam o público-alvo.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram os seguintes:

a. Dados primários: são realizados questionários com o público-alvo, especialistas no assunto abordado pela pesquisa e ONGs. A aplicação é online, utilizando um intervalo de tempo determinado e realizando a devida análise posterior.

b. Dados secundários: são utilizados dados públicos sobre pessoas com Esclerose Lateral Amiotrófica e tecnologias utilizadas no rastreamento ocular por meio de artigos científicos, material de divulgação institucional, dados e informações publicados em jornais, revistas e livros e dispositivos legais, como o Estatuto da Pessoa com Deficiência

A metodologia envolve uma revisão bibliográfica mais profunda e abrangente sobre a Esclerose Lateral Amiotrófica de forma a conhecer com mais detalhes as necessidades das pessoas acometidas pela patologia.

Também envolve uma pesquisa mais detalhada sobre as tecnologias que já são e poderão ser empregadas no protótipo do sistema de comunicação. As pesquisas terão como objetivo responder às seguintes perguntas:

- Verificar a adequação do sensor TCRT5000 em relação às normas de segurança que envolvem o uso de fontes de luz Infravermelha;
- Buscar alternativas de sensores para a detecção de piscada, incluindo sensores que não empregam fontes de luz Infravermelha;
- Estudar a viabilidade de obter informações indicativas à movimentação do olho para além da piscada;
- Estudar outras tecnologias empregadas para comunicação alternativa.

A partir da pesquisa, as tecnologias que mostrarem-se mais promissoras para resolver o problema da detecção de piscadas e movimento do olho serão selecionadas. As

técnicas de interação que melhor se adequem ao rastreador levando em conta suas limitações, de modo a oferecer o mecanismo de interação mais eficiente e confortável para solucionar os problemas de comunicação causados pela Esclerose Lateral Amiotrófica também serão selecionadas.

Na fase de prototipação, a plataforma contará com uma interface gráfica para a seleção de algumas opções pré-estabelecidas, e também para a escrita de mensagens genéricas. Todo este processo, desde a seleção das técnicas/tecnologias mais adequadas, até o desenvolvimento do novo protótipo, será orientado através de critérios como o custo, viabilidade, acessibilidade e praticidade.

Uma vez que os protótipos estejam desenvolvidos, serão realizados testes da plataforma de comunicação com o público-alvo. Pretende-se, desta forma, avaliar se o protótipo atingiu o objetivo proposto de auxiliar a comunicação de pessoas com dificuldades motoras. Os *feedbacks* obtidos também serão analisados para que aperfeiçoamentos possam ser implementados no futuro.

4. Desenvolvimento;

Por meio de uma pesquisa qualitativa desenvolvida na plataforma Google Forms, as necessidades e dificuldades de 7 indivíduos portadores de Esclerose Lateral Amiotrófica foram coletadas. O formulário foi divulgado em comunidades online sobre Esclerose Lateral Amiotrófica e, apesar do baixo número de respostas, os resultados foram importantes para a continuação do projeto, pois foi possível identificar uma demanda por dispositivos mais acessíveis capazes de prover a comunicação através do olhar.

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 dispositivo de rastreamento ocular, que utiliza os olhos como mouse sem a necessidade de periféricos, 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 do dispositivo, 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 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 pretendiam 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.

A partir das pesquisas, foi desenvolvido um protótipo de sistema de comunicação através do olhar de baixo custo. Este protótipo emprega um sensor óptico TCRT5000, composto por um LED infravermelho (IR) e um fototransistor, montado em uma armação de óculos que é usada pelo usuário (figura 1). Através do fototransistor, é possível obter uma leitura da quantidade de luz IR refletida por uma superfície que pode estar relacionada tanto com a cor/material da superfície, quanto com a distância do sensor à mesma. Ou, no contexto específico deste projeto, a leitura pode indicar se o olho está aberto ou fechado. Um microcontrolador Arduino foi programado para identificar e contar as piscadas realizadas por uma pessoa, acendendo um LED e exibindo uma mensagem em um *display* LCD em função da quantidade de piscadas detectadas. Desta forma, o usuário do sistema consegue escolher, entre um conjunto pré-definido de mensagens, qual será exibida no *display*, permitindo assim se comunicar com outras pessoas.

Figura 1 – Protótipo

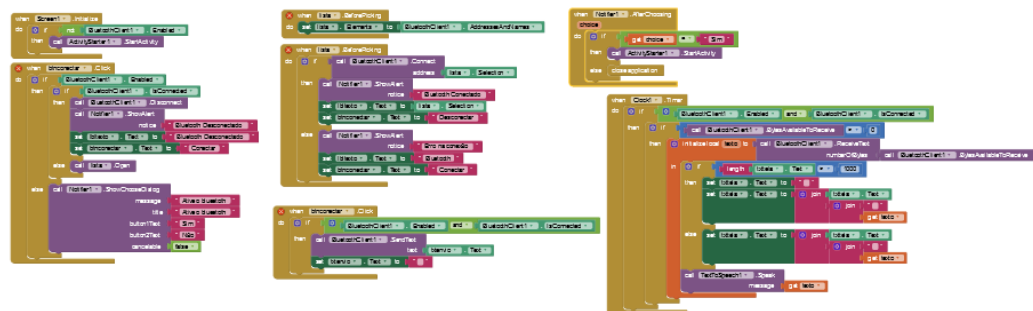


Fonte: Própria

Para alcançar ainda mais o objetivo de baixo custo, o uso do LCD foi substituído por um módulo Bluetooth HC-05. Por meio deste, a plataforma física se conecta com o celular do indivíduo e, por meio de uma aplicação no AppInventor, as frases serão apresentadas na tela do celular e terão o recurso *text-to-speech*, que lê em voz alta o texto apresentado.

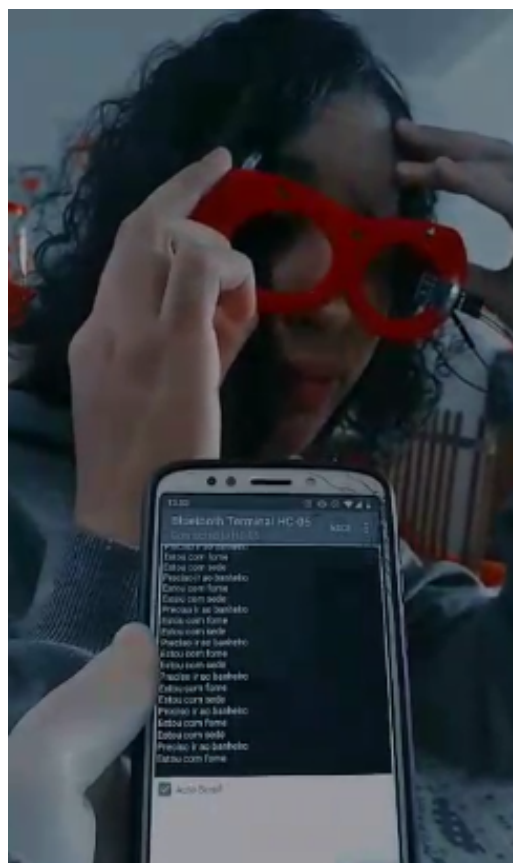
O AppInventor é uma plataforma desenvolvida pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT), que permite a programação mobile por meio de blocos. A partir do seu código (figura 2), o aplicativo desenvolvido conecta-se com o módulo no protótipo físico e troca informações, apresentando na tela as informações enviadas pelo protótipo ao passo que aplica o efeito text-to-speech.

Figura 2



Fonte: Própria

Figura 3 - Protótipo conectado com celular



Fonte: Própria

O preço final do protótipo é representado pela seguinte tabela:

Tabela 1 – Custo dos componentes utilizados no protótipo

Item	Quantidade	Valor	Subtotal
Arduino Uno R3	1	R\$ 48,90	R\$ 48,90
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
Módulo Bluetooth HC-05	1	R\$ 48,90	R\$ 48,90
		Total	R\$ 105,98

Fonte: Elaborada pelos autores

Desse modo, foi possível alcançar os objetivos de desenvolver uma plataforma de comunicação alternativa de baixo custo, acessível para grande parte da população. Na próxima fase do projeto, os esforços estarão voltados à aprofundar a pesquisa bibliográfica e evoluir o protótipo para diminuir suas limitações, com o objetivo de facilitar a comunicação e aumentar o conforto do usuário.

5. Considerações finais;

Como resultado final deste projeto, é esperado o desenvolvimento de uma plataforma de comunicação controlada pelo olhar de baixo custo que apresente melhorias em relação ao protótipo previamente desenvolvido. Os resultados esperados envolvem ter como melhorias uma interação baseada no olhar mais eficiente, mas ainda empregando um rastreador ocular de baixa complexidade e baixo custo. Dessa forma, o desenvolvimento da plataforma poderá ampliar o acesso de pessoas que possuem dificuldades motoras a dispositivos de tecnologia assistiva, aumentando o poder de comunicação e qualidade de vida deste público-alvo.

É possível contribuir e observar o projeto por meio de seu repositório no GitHub:
<https://github.com/Anemaygi/DROPIM>

Referências Bibliográficas.

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.

HANSEN, D. W; JI, Q. In the Eye of the Beholder: A Survey of Models for Eyes and Gaze: IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 32, no. 3, pp. 478-500, March 2010.

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/caracteriticas_religiao_deficiencia/caracteriticas_religiao_deficiencia_tab_pdf.shtm. Acesso em: 25 jul. 2012.

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.

PONTES et. al. Alterações da fonação e deglutição na Esclerose Lateral Amiotrófica. Revista Neurociências, v. 18, n. 1, p. 69-73, 31 mar. 2010