

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**TOBRAILLE: CONVERSOR DE LEGENDAS PARA  
BRAILE**

**TAUBATÉ – SP**

**2022**

**FELIPE DIAS DA SILVA PRADO**  
**LUIS FELIPE FLORIANO OLÍMPIO**  
**LUIS FILIPE GOMES FEITOSA**

**TOBRAILLE: CONVERSOR DE LEGENDAS PARA  
BRAILE**

Trabalho de graduação pelo curso de Engenharia  
de Computação do departamento de informática  
da Universidade de Taubaté.

Área de concentração: Tecnologia de Informação  
Orientador: Prof. Dawilmar Guimarães de Araújo.

**TAUBATÉ – SP**

**2022**

**Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi**  
**Universidade de Taubaté - Unitau**

P896t Prado, Felipe Dias da Silva  
Tobraille: conversor de legendas para Braille / Felipe Dias da Silva Prado  
, Luis Felipe Floriano Olímpio , Luis Filipe Gomes Feitosa. -- 2022.  
41 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de  
Informática, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Dawilmar Guimaraes de Araujo, Departamento de  
Informática.

1. Conversor. 2. Braille. 3. Surdocegueira. I. Olímpio, Luis Felipe  
Floriano. II. Feitosa, Luis Filipe Gomes. III. Universidade de Taubaté.  
Departamento de Informática. Graduação em Engenharia de Computação.  
IV. Título.

CDD – 371.9

**FELIPE DIAS DA SILVA PRADO**  
**LUIS FELIPE FLORIANO OLÍMPIO**  
**LUIS FILIPE GOMES FEITOSA**

**TOBRILLE: CONVERSOR DE LEGENDAS PARA BRAILE**

Trabalho de graduação pelo curso de Engenharia de  
Computação do departamento de informática da  
Universidade de Taubaté.

Data: 14/12/2022

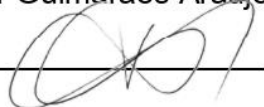
Resultado: Aprovado

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dawilmar Guimarães Araújo

Universidade de Taubaté

Assinatura: \_\_\_\_\_



Prof. Antonio Esio Marcondes Salgado

Universidade de Taubaté

Assinatura: \_\_\_\_\_



Prof. Marcio Augusto Ernesto de Moraes

Universidade de Taubaté

Assinatura: \_\_\_\_\_



## DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus que me permitiu e me deu forças para concluir esta jornada e aos meus pais e minha família que, com seus incentivos, suporte e amor foram um dos principais motivos de ter chegado até aqui. (Felipe Dias da Silva Prado)

Dedico esse trabalho a Deus que me permitiu finalizar essa etapa com glória, a minha família que sempre me apoiou, me motivou e me compreendeu diante aos desafios desse projeto assim como aos meus amigos que foram compreensivos e me apoiaram durante todo esse percurso. (Luis Felipe Floriano Olímpio)

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ter me dado graça, ânimo e coragem. Ao meus pais que sempre me incentivaram, me impulsionando a sempre seguir em frente diante das intempéries da vida, mostrando que todas as dificuldades não apenas nos castigam, mas nos tornam mais resilientes diante da vida e a minha noiva Carol cuja presença foi essencial para a conclusão deste trabalho. Grato pela sua compreensão com as minhas horas de ausência. Te amo. (Luis Filipe Gomes Feitosa)

## **AGRADECIMENTOS**

Antes de tudo, agradeço a Deus por ter me permitido chegar ao final deste percurso de cinco anos com vitalidade e energia para enfrentar os desafios do futuro. Aos meus pais e família que sempre estiveram ao meu lado, dando suporte e coragem em todos os momentos. Aos meus queridos amigos Luis Filipe Feitosa e Luis Felipe Olímpio que, com todo apoio e amizade, foram essenciais companheiros nessa jornada. Ao professor Dawilmar por prestar um trabalho primoroso como professor orientador deste trabalho. Por fim, um agradecimento a todos da minha turma que também, com todo o suporte e solidariedade, foram de grande valor durante todo este tempo que estivemos juntos. (Felipe Dias da Silva Prado)

Agradeço acima de tudo a Deus por todo seu amor e cuidado comigo, por me capacitar a chegar até o fim dessa etapa e me deixar pronto para o futuro que virá. Agradeço a minha família por todo o suporte e por não me deixarem desistir dos meus sonhos, eu amo vocês! Agradeço aos meus amigos de longa data Luis Filipe Gomes e Felipe Dias que me acompanham desde antes da faculdade e aceitaram o desafio de realizar esse projeto, obrigado pela união em cada etapa desse projeto e agora por chegarmos até aqui. Agradeço ao Dawilmar por toda sua orientação e a todos os professores que participaram e nos ajudaram a implementar o nosso protótipo. Agradeço também aos meus colegas de turma pela união e todos esses anos juntos. (Luis Felipe Floriano Olímpio)

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos. Aos amigos Felipe e Luis por todo o apoio e pela ajuda, que muitos contribuíram para a realização deste trabalho. Ao professor Dawilmar, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade e a todos os alunos da minha turma, pelo ambiente amistoso no qual convivemos e solidificamos os nossos conhecimentos, o que foi fundamental na elaboração deste trabalho de graduação. (Luis Filipe Gomes Feitosa)

“Quanto mais me aprofundo na Ciência mais me aproximo de Deus.”

**Albert Einstein**

## RESUMO

Este trabalho tem motivação no estudo multidisciplinar que demonstra que visa contribuir com pessoas com surdocegueira se interagir ou entreter com vídeos em canais de redes sociais do youtube. Para tanto apresenta o aplicativo ToBraille como um protótipo de um conversor de legendas de vídeos do youtube para um dispositivo de braile dinâmico de forma mais convencional e barata. Os equipamentos-chaves para a funcionalidade da solução é um smartphone com *bluetooth* e conectado a uma placa Arduino que controla uma célula braile feito a partir de solenoides. O aplicativo terá como função a partir de um vídeo do youtube fazer a comunicação com o dispositivo braile, dando ao surdocego a possibilidade de consumir conteúdos audiovisuais de forma econômica, compacta e portátil. Alguns testes levaram a resultados de que o ToBraille é eficaz e eficiente auxiliando o surdocego no consumo de vídeos através da leitura braile dinâmica.

Palavras-chave: Conversor; Braile; Surdocegueira; ToBraille



## **ABSTRACT**

This project is motivated by a multidisciplinary study that demonstrates and aims to contribute to people with deafblindness if they interact or entertain with videos on YouTube or social media. To do so, it presents the ToBraille application as a prototype of a youtube video subtitle converter in tandem with a dynamic braille device in a more convenient and cheaper way. The essential equipment for the solution's functionality is a smartphone with a Bluetooth connection which is linked to an Arduino board that controls the braille cell made with solenoids. The application will begin with a YouTube video to communicate with the Braille device, giving the deaf-blind person the possibility of consuming audiovisual content in an economical, compact, and portable way. Some tests showed that ToBraille is effective and efficient in helping deafblind people consume videos through dynamic braille reading.

Keywords: Deafblindness; ToBraille; Braille.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aspecto geral do protótipo. ....	2
Figura 2. Distância entre pontos da célula braile.....	7
Figura 3. Arduino UNO R3. ....	8
Figura 4. Módulo Bluetooth HC-06. ....	9
Figura 5. Mini Solenoide 12v. ....	10
Figura 6. Aceite de permissão.....	13
Figura 7. Lista de dispositivos encontrados.....	13
Figura 8. Conexão cm módulo bluetooth.....	14
Figura 9. Transmissão de dados. ....	15
Figura 10. Versão inicial do protótipo com LEDs.....	15
Figura 11. Tela de conexão com o protótipo. ....	16
Figura 12. Tela de opções.....	17
Figura 13. Tela do alfabeto.....	18
Figura 14. Tela de conversão durante vídeo.....	19
Figura 15. Circuito da conexão entre HC-06 e Arduino.....	20
Figura 16. Células de impressão.....	20
Figura 17. Circuito de acionamento dos solenoides.....	22
Figura 18. Dispositivo finalizado e fechado. ....	23

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Correspondência entre letras e pinos.....	21
Tabela 2. Correspondência entre pinos da célula braile. ....	21

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AIDS	Acquired Immunodeficiency Syndrome
API	Aplication programing interface
CLP	controlador lógico programável
CSR	Cambridge Silicon Radio
DSP	digital signal processor
E/S	Entrada / Saída
EEPROM	Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory
GHz	GigaHertz
GPS	global position system
IBGE	Instituto brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Integrated development environment
INPI	Instituto nacional da propriedade intelectual
IOS	Iphone Opertional System
Kb	Kilobyte
KID	keratitis-ichthyosis-deafness
LED	Light Emiting Diode
M	mega
mA	miliAmpere
MAC	Media Access Control
MHz	MegaHertz
PIC	Programable interface controller
PNS	Pesquisa Nacional de Saude
RN	React Native
RX/TX	Receptor / Transmissor
SRAM	Static Random Access Memory
TA	Tecnologia assistiva
USB	Universal Serial Bus
V	Volts
Wi-Fi	wireless fidelity

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Visão geral do assunto .....	1
1.2. Justificativa e motivações.....	2
1.3. Objetivo .....	2
1.3.1. Objetivo Geral .....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. Estrutura do trabalho .....	3
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1. Surdo cegueira .....	3
2.2. Tecnologias assistivas.....	5
2.3. Sistema Braile.....	6
2.4. Componentes .....	7
2.4.1. Arduino.....	7
2.4.2. HC-06.....	9
2.4.3. Solenoide.....	9
3. METODOLOGIA .....	10
3.1. Desenvolvimento .....	11
3.2. Aplicativo.....	12
3.3. Telas do aplicativo .....	16
3.4. Dispositivo.....	19
3.5. Provas e ensaios .....	24
4. CONCLUSÕES.....	25
4.1. Trabalhos futuros .....	27
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	28

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Visão geral do assunto

Em nosso país, uma parcela da população convive com algum tipo de deficiência, seja ela congênita ou adquirida ao longo da vida. Dentre a população, 17,3 milhões de pessoas com dois anos ou mais de idade (8,4% dessa população) tinham alguma deficiência. Na população do país com 2 anos ou mais de idade, 3,4% (ou 6,978 milhões) tinham deficiência visual; 1,1% (ou 2,3 milhões) tinham deficiência auditiva e 1,2% (ou 2,5 milhões) tinham deficiência mental. Entre as pessoas de 5 a 40 anos de idade que tinham deficiência auditiva, 22,4% conheciam a Língua Brasileira de Sinais (Libras) (PNS, 2019). Dependendo da condição, esta pode afetar várias facetas da convivência de uma pessoa, de modo que, quando falamos de deficiência múltipla dando destaque à surdo cegueira, o comprometimento dos sentidos de audição e da visão, associado ou não a outras deficiências, como a motora ou cognitiva dificultam e/ou impedem o desenvolvimento da comunicação e aprendizagem.

Estima-se que existam cerca de 40 mil surdocegos no Brasil (Feneis, 2017).

A surdo cegueira embora seja a associação de duas deficiências – a surdez e a cegueira – não se trata da somatória das ambas, mas de uma única deficiência que apresenta características peculiares, como graves perdas de audição e visão, não necessariamente uma perda total de ambos os sentidos, levando quem a possui a ter formas específicas de comunicação para ter acesso ao lazer, educação, trabalho e vida social. Por esta razão, as pessoas com surdo cegueira precisam de apoio para a compreensão do que se passa ao seu redor. (Hiryne, 2018).

## 1.2. Justificativa e motivações

O número de possibilidades de recursos simples e de baixo custo é incontável que podem e devem ser disponibilizadas. Muitas vezes, a disponibilização de recursos e adaptações bem simples e artesanais, na maioria dos casos construídos pelos próprios professores ou pais, faz a diferença na vida dessas pessoas. (Galvão Filho, 2012)

As tecnologias assistivas computacionais, compreendem equipamentos eletrônicos, como computadores, dispositivos de entrada e saída que possibilitam a pessoa com deficiência o acesso à informação, tornando-se uma ferramenta poderosa que auxilia na leitura, escrita, execução de tarefas do dia a dia, e oportuniza o acesso aos meios de comunicação. Deste modo, visamos com este trabalho apresentar uma base para uma forma de tecnologia assistiva acessível.

## 1.3. Objetivo

### 1.3.1. Objetivo Geral

Desenvolver uma solução assistiva acessível e moderna para o deficiente audiovisual que faça a transposição de legendas de vídeos para o braile.

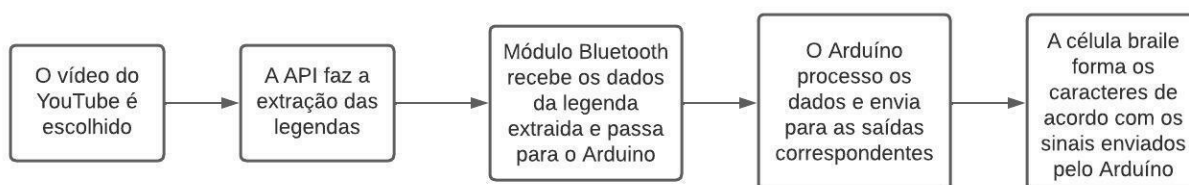


Figura 1. Aspecto geral do protótipo.

Fonte: Os autores.

### 1.3.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- Analisar o sistema de escrita braile para criar um algoritmo de interpretação.

- Desenvolver um aplicativo que extraia os dados úteis a partir de vídeos.
- Projetar um dispositivo periférico que escreva em braille dinamicamente.
- Integrar o aplicativo com o dispositivo para que ambos trabalhem simultaneamente

#### **1.4. Estrutura do trabalho**

Este trabalho está dividido em 4 capítulos:

- O presente capítulo de introdução.
- O capítulo 2 com o referencial teórico.
- O capítulo 3 com a metodologia de desenvolvimento.
- O capítulo 4 com a conclusão do projeto.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Surdo cegueira**

Os sentidos da audição e da visão são os sentidos que permitem a pessoa o reconhecimento do mundo a distância, fornecem informação instantânea a sua volta e facilitam o acesso à cultura. A pessoa com Surdocegueira é privada destas facilidades, ela precisa recorrer ao tato que oferece informações pontuais, mais demoradas e obtidas por meios de comunicação alternativos.

Não contamos no nosso país com um número oficial de pessoas com Surdocegueira, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE (1991)] divulgou um número de 87.000 Múltiplos Deficientes, entre estes encontram-se, teoricamente os Surdocegos por serem pessoas que tem mais de uma deficiência, mas muitos podem não terem sido considerados assim por causa de que a descrição de cegueira e surdez no Manual do Recenseador (IBGE,1990) somente considera como deficientes as pessoas com perdas sensoriais totais. As perdas parciais não são consideradas nem mesmo quando existem em conjunto, como no caso da Surdocegueira.



Heller & Kennedy (1994) referem como causas da surdocegueira algumas Síndromes como: Alport, Down, Trisomia 13, Usher, Goldenhard, Marshall, Stickler, Associação CHARGE, Duane, keratitis-ichthyosis-deafness (KID), Leber's, Norrie's, Pierre-Robin. E descrevem outras causas pré-natais ambientais como: Prematuridade, Eritroblastose Fetal, Hidrocefalia, Microcefalia, Rubéola Congênita, Cytomegalovirus, Herpes, Sífilis, *Acquired Immunodeficiency Syndrome* (AIDS), Toxoplasmose, álcool e drogas.

Entre as causas natais, asfixia, encefalites, traumas cranianos e entre as causas pós-natais e feitos colaterais de tratamentos como: oxigenoterapia e antibioticoterapia necessários em algumas das circunstâncias mencionadas e meningite, acidentes e aparecimento tardio de características de síndromes como por exemplo os distúrbios visuais na síndrome de usher que manifesta no nascimento apenas as dificuldades auditivas.

Nas causas pré-natais, natais e pós-natais que acometem crianças pequenas definindo a instalação das dificuldades antes da instalação da linguagem a Surdocegueira é considerada Pré linguística, sendo o desenvolvimento da comunicação muito prejudicado.

A surdocegueira, para Bosco, Mesquita e Maia (2010) pode ser congênita ou adquirida, e conforme a idade em que a surdocegueira se estabeleceu, ela pode ser classificada em Pré linguística ou Pós linguística.

Bosco, Mesquita e Maia, afirmam:

Há quatro categorias para pessoas com surdocegueira sendo elas:

- Indivíduos que eram cegos e se tornaram surdos;
- Indivíduos que eram surdos e se tornaram cegos;
- Indivíduos que se tornaram surdocegos;
- Indivíduos que nasceram ou adquiriram surdocegueira precocemente, ou seja, não tiveram a oportunidade de desenvolver linguagem, habilidades comunicativas ou cognitivas nem base conceitual sobre a qual possam construir uma compreensão de mundo. (BOSCO, MESQUITA e MAIA, 2010, p. 45).

O surdocego para seu desenvolvimento, depende do tato que é um sentido que requer a proximidade permanente de outra pessoa, o que na maioria das vezes não é fácil de conseguir, perde os estímulos mais comuns do convívio social, necessitando de auxílio especializado que compreenda esta situação e o ajude a providenciar meios de interação com as pessoas. Ele precisa aprender meios de comunicação alternativos e todas as pessoas que estão junto a ele também (A SURDOCEGUEIRA - "SAINDO DO ESCURO", 2001)

## **2.2. Tecnologias assistivas**

A tecnologia vem desde a antiguidade tendo um impacto enorme na vida do ser humano ao agilizar e facilitar as tarefas, sejam cotidianas ou não. Tal fato vem de encontro com as políticas de inclusão, que visam viabilizar o acesso a uma vida digna e de qualidade para as pessoas com deficiência. Deste modo, as tecnologias assistivas vem a ser uma ponte entre os recursos e os deficientes, que por conta de sua situação não conseguem acessá-los.

O comitê de ajudas técnicas, aprovou em 2007 o seguinte conceito de tecnologia assistiva:

"Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social". (BRASIL - SDHPR. – Comitê de Ajudas Técnicas – ATA VII)

De acordo com BERSCH (2008), a Tecnologia Assistiva – TA é um termo ainda novo, utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão.

As Tecnologias Assistivas classificam-se em categorias e para nossa pesquisa utilizamos a de Auxílios para cegos ou para pessoas com visão subnormal.

Auxílios para cegos ou para pessoas com visão subnormal segundo BERSCH (2008), são equipamentos que visam a independência das pessoas com deficiência

visual na realização de tarefas como: consultar o relógio, usar calculadora, verificar a temperatura do corpo, identificar se as luzes estão acesas ou apagadas, cozinhar, identificar cores e peças do vestuário, verificar pressão arterial, identificar chamadas telefônicas, escrever, ter mobilidade independente etc. Inclui também auxílios ópticos, lentes, lupas e tele lupas; os softwares leitores de tela, leitores de texto, ampliadores de tela; os hardwares como as impressoras braile, lupa eletrônicas, linha braile (dispositivo de saída do computador com agulhas táteis) e agendas eletrônicas.

Hoje existem algumas tecnologias assistivas relacionadas ao braile que podem ser usadas para o auxílio como a linha braile, porém seu uso é para computador e quando falamos de dispositivos mobile não se tem tecnologias assistias desenvolvidas que os englobam, nesse ponto esse presente projeto se mostra muito eficaz com a intenção de suprir também essa lacuna de inclusão digital nas tecnologias assistivas com braile.

### **2.3. Sistema Braile**

O sistema braile é uma escrita em relevo, constituído por 63 sinais codificados por pontos, a partir do conjunto matricial formado por 6 pontos, distribuídos entre duas colunas. Os pontos são enumerados de cima para baixo, da esquerda para direita. Os números 1, 2 e 3 formam a coluna da esquerda, os números 4, 5 e 6 formam a coluna da direita [canejo 2005].

O sistema braile pode ser aplicado não só à representação dos símbolos literais, mas também à dos matemáticos, químicos, fonéticos, informáticos, musicais etc.

Quando aplicado à Língua Portuguesa, quase todos os sinais são representados na sua forma original, apenas algumas vogais são representadas por sinais exclusivos.

Existem diversas dimensões para a célula braile de acordo com o país. A Figura 2 representa a distância entre os pontos da célula braile.

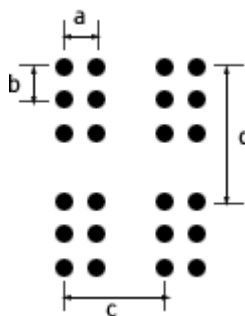


Figura 2. Distância entre pontos da célula braille.

Fonte: Google (2022)

As dimensões são dadas em milímetros com as seguintes medidas:  $a = 2,29$ ;  $b = 2,54$ ;  $c = 6,0$  e,  $d = 10,41$  [GESTA-MP, 2013].

Para este projeto não foi levada em considerações esses padrões de dimensões tendo em vista que o protótipo em um primeiro momento será para validação física da ideia, para uns próximos passos poderá ser vista a regularização dimensional do protótipo e mais células braille

## 2.4. Componentes

### 2.4.1. Arduino UNO R3

Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica livre de baixo custo baseado em hardware e software livres, flexíveis e fáceis de usar. É destinado a estudantes, projetistas, designers e demais pessoas interessadas em criar projetos ou ambientes interativos (Banzi, 2011).

A prototipagem rápida de projetos simplifica o processo de criação, testes e utilização de placas de circuito impresso e reduz complexidades de programação e eletrônica. A placa Arduino pode interagir com o ambiente externo recebendo em suas entradas sinais provenientes de sensores, como temperatura, pressão, umidade, dentre outros, processar dados (recebidos) em um microcontrolador e disponibilizar os valores resultantes de volta ao ambiente por meio do acionamento de atuadores.

Os projetos *open sources* são aqueles criados para o domínio público, ou seja, que podem ser modificados e aprimorados por outras pessoas conforme suas necessidades, de modo que outros usuários possam usufruir dessas mudanças em seus próprios projetos (Ferreira, 2005). Isto propicia uma variedade de modelos de

Arduino, que se diferenciam com relação a quantidade de memória *Static Random Access Memory* (SRAM), *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM) ou *Flash* disponível, número de pinos de entrada/saída (E/S) digitais e analógicos, frequência do processador, consumo energético ou funcionalidades exclusivas (como por exemplo modelo que contém interfaces de rede ou interface para comunicação com sistemas de computação como dispositivos móveis).

Para este trabalho, foi escolhido o Arduino UNO R3, visualizado na Figura 2, no qual é portado de um microcontrolador ATmega328P, 14 pinos de E/S digitais, 6 entradas analógicas, 16 *Kilobyte* (KB) de memória Flash, 512B SRAM, um oscilador de cristal de 16 *megaheartz* (MHz), porta *Universal Serial Bus* (USB) para conexão com o computador e conector *jack* para alimentação externa (2.7v a 5.5v). Este modelo contém a quantidade de pinos e memória suficientes para a implantação do dispositivo proposto.



Figura 3. Arduino UNO R3.

Fonte: Google (2022).

A programação do Arduino é feita por meio de uma linguagem de programação própria, baseada em *Wiring*, que é um subconjunto das linguagens C e C++. Esta linguagem é implementada em um ambiente de desenvolvimento (IDE) próprio, baseado em *Processing*, utilizado em sistemas operacionais Windows, Mac e Linux (Gioppo et al., 2009). É possível inserir funcionalidades extras conectando-se placas adicionais ao Arduino chamadas *Shields*, cuja finalidade é expandir sua capacidade. Como exemplo, podem ser utilizadas Shields para prover comunicação Ethernet, *Bluetooth*, Wi-Fi (*Wireless Fidelity*) e controladores para GPS (*Global Position System*). No entanto, é possível criar e desenvolver placas de circuito impresso que propiciam estas novas funcionalidades sem a necessidade de adquirir tais componentes.

Frente a outros modelos de microcontroladores e microprocessadores, como por exemplo, PIC (*Programmable Interface Controller*), 8051, DSP's (*Digital Signal Processor*) e CLP's (Controladores Lógicos Programáveis), o Arduino apresenta-se como uma solução de baixo custo, voltado para aplicações dedicadas que não necessitam de um alto poder de processamento, como é o caso deste projeto, além de ser um dispositivo que oferece uma facilidade de integração com sensores, atuadores e demais dispositivos mecânicos, analógicos e digitais.

#### 2.4.2. HC-06

Também foi usado para conexão do smartphone com o arduino um módulo *bluetooth* slave HC-06, visualizado na figura 3 com 8M (Mega) de memória *Flash*, receptor digital de 2.4GHz (gigaheartz) baseado na tecnologia *Bluetooth* CSR (*Cambridge Silicon Radio*) BC04 com alimentação em voltagem baixa (3.1v (volts) ~ 4.2v). Este modelo contém os requisitos que suprem a necessidade da implantação.

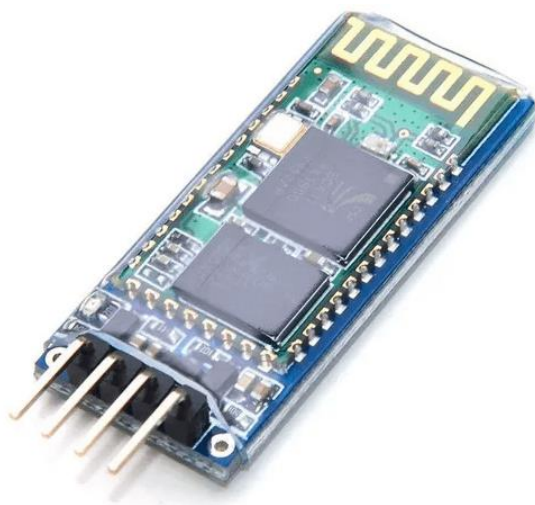


Figura 4. Módulo Bluetooth HC-06.

Fonte: Google (2022).

#### 2.4.3. Solenoide

Um solenoide é um componente eletromecânico que corresponde a um fio condutor, enrolado em formato helicoidal, através do qual é percorrida uma corrente elétrica. A força magnética gerada no centro do solenoide, resultante da passagem de

corrente elétrica pelo fio condutor, pode ser utilizada, por exemplo, para acionar o êmbolo de uma válvula, fechando ou abrindo o sistema. O princípio dessa válvula pode ser aplicado a sistemas eletromecânicos para controlar a passagem de fluidos, ou então em travas de segurança. Nesse aspecto, existem diferentes tipos de válvulas baseadas na ação da força magnética, as quais são projetadas em função das dimensões e da capacidade exigidas pelo sistema.

Em geral, o princípio de funcionamento dessas válvulas está baseado no deslocamento do núcleo metálico ferromagnético quando uma tensão elétrica é aplicada sobre o solenoide. Com o deslocamento do núcleo a passagem do fluido ou a trava fica liberada. Por outro lado, quando a tensão elétrica é interrompida, uma mola desloca o núcleo para a posição inicial, cessando a passagem do fluido e travando.

Para entender e analisar a ação da força magnética sobre o núcleo metálico ferromagnético é necessário o desenvolvimento de equações matemáticas baseadas nas leis do magnetismo. Para o presente trabalho foi feito o uso de um solenoide, seguida da comprovação experimental para que ele funcionasse como um pino de uma célula braile.



*Figura 5. Mini Solenoide 12v.*

*Fonte: Google (2022).*

### **3. METODOLOGIA**

Esse projeto pode ser categorizado como pesquisa aplicada, uma vez que temos com ele o objetivo de gerar conhecimento para a aplicação prática e imediata, dirigido à solução de um problema específico envolvendo os interesses locais,

territoriais e regionais. Contribuindo para fins práticos, visando a solução de problemas encontrados na realidade dos deficientes audiovisuais. Atuando no desenvolvimento e inovação tecnológica, propiciando a possibilidade de registro de patente junto Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI).

O desenvolvimento da solução proposta pelo projeto foi particionado em 3 fases denominadas como: 1º estudo e embasamento teórico-científicos, 2º modelagem e prototipação, e 3º implementação e validação.

A fase 1 consistiu em estudos e obtenção de informações para entender a problemática dos surdocegos, entender como o sistema de escrita braile funciona, como pode ser representado, quais ferramentas e componentes eletrônicos se fazem necessários para implementar a solução proposta e maneiras possíveis de se converter caracteres digitais para o braile.

A fase 2 compreendeu a modelagem e o desenvolvimento do protótipo sendo ele o software e o hardware. Para essa fase é necessário considerar o processo de implementação, como o levantamento dos requisitos, desde as funcionalidades que serão contempladas pelo software até os recursos que serão projetados para o hardware. Sendo as funcionalidades do software realizar a conexão com uma *Application Programming Interface* (API) externa para obtenção das legendas de um vídeo pré-selecionado e as transmitir para o hardware via *Bluetooth*. Quanto ao hardware devendo-se os recursos necessários para recepção dos dados via *Bluetooth*, processamento dos dados recebidos para acionamento de dispositivos eletromecânicos que representem uma célula braile.

E então, a fase 3 que aborda a validação tem como objetivo consolidar os resultados provenientes das etapas discutidas anteriormente, fazendo com que o software faça a interface de comunicação com o usuário, recebendo as entradas, processando os dados e transmitindo para o hardware representar os caracteres da legenda do vídeo em braile por uma célula braile garantindo o funcionamento adequado e esperado por meio de testes.

### **3.1. Desenvolvimento**



As ideias primordiais acerca do projeto incluíam trazer uma solução acessível com grande documentação disponível para projetos e prototipagem eletroeletrônica, no caso do presente projeto foi escolhido o Arduino para comandar o dispositivo externo que posteriormente formaria a célula braile. Arduino este que receberia as legendas provenientes de vídeos, através de uma API, via *Bluetooth* por meio de um módulo, que futuramente veio a ser o HC - 06. Tais dados seriam extraídos do vídeo, através de uma API, e por meio de um aplicativo eles seriam enviados para o módulo conectado a placa Arduino.

Para fazer a célula braile foi utilizada um conjunto de 6 mini solenoides independentes.

### **3.2. Aplicativo**

Para extração das legendas dos vídeos do Youtube foi usada a Youtube *Transcript/Subtitle* API feita em *Python*. A aplicação mobile foi desenvolvida em *JavaScript* em conjunto com o framework *React Native*, a escolha foi devida a maior afinidade dentre as opções que tínhamos.

Para realizar a comunicação entre a aplicação e o Arduino, é utilizada a biblioteca RN (*React-Native*) *Bluetooth Classic* para permitir a troca de dados entre a aplicação e o arduino através do módulo *Bluetooth*.

Foi utilizada uma biblioteca chamada *React Native Bluetooth Classic*, que tem como objetivo realizar uma ponte entre o código *React Native (Javascript)* e o código nativo das plataformas Android e IOS possibilitando a manipulação da API de *Bluetooth* de cada plataforma através do código *React Native*. Tal biblioteca permitiu enviar os dados que eram capturados pela API que extraia as legendas do vídeo para o nosso módulo *Bluetooth* que estava conectado ao Arduino possibilitando que o Arduino pudesse ler os dados enviados pelo aplicativo.

Com essa biblioteca instalada no projeto temos comandos que nos possibilitam manipular a API de Bluetooth do dispositivo. Para iniciar o escaneamento que faz a busca por outros dispositivos disponíveis para conectar é necessário que antes seja requerido ao usuário a permissão ao aplicativo para utilizar a API de localização do celular pois sem essa permissão não é possível utilizar o *Bluetooth* do dispositivo,

para isso usamos a função *request* do módulo *PermissionAndroid* que o *React Native* disponibiliza:

```
const requestLocalizationPermission = useCallback(async (): Promise<boolean> => {
  const granted = await PermissionsAndroid.request(
    PermissionsAndroid.PERMISSIONS.ACCESS_FINE_LOCATION,
    {
      title: 'Permission for Location Bluetooth',
      message: 'Requirement for Bluetooth',
      buttonNeutral: 'Later',
      buttonNegative: 'Cancel',
      buttonPositive: 'OK',
    }
  );

  return granted === 'granted' ? true : false;
}, []);
```

Figura 6. Aceite de permissão.

Fonte: Os autores

Essa permissão só é requerida uma vez e após aceita não é mais necessário pedi-la novamente até que essa permissão seja removida do aplicativo ou ele seja desinstalado. Após dada a permissão, é necessário que o usuário ative a localização e o *Bluetooth* do dispositivo para que então seja possível iniciar o escaneamento de dispositivos disponíveis. Para isto, utilizamos uma função da biblioteca *React Native Bluetooth Classic* chamada *startDiscovery* que busca os dispositivos disponíveis para conexão e os agrupa em um *array*. Após agrupá-los é chamada uma outra função responsável pela conexão com o dispositivo desejado. Para a nossa aplicação, utilizamos a abordagem de buscar diretamente pelo módulo HC – 06 pelo seu endereço *MAC Address* e quando encontrado a conexão for estabelecida através do comando *connectToDevice* da biblioteca *React Native Bluetooth Classic*

```
const handleDevicesConnection = async (devices: BluetoothDevice[]) => {
  devices.map(device => {
    if (device.id === BLUETOOTH_MODULE_MAC) {
      RNBluetoothClassic.connectToDevice(device.id).then(device => {
        setConnectedDevice(device);
        setIsConnected(true);
        setLoading(false);
        RNBluetoothClassic.cancelDiscovery();
      });
    }
  });
};
```

Figura 7. Lista de dispositivos encontrados.

Fonte: Os autores

A função *handleDevicesConnection* recebe a lista de dispositivos encontrados pela função de escaneamento e itera sobre eles e então, quando encontrado o módulo HC – 06, é realizada a conexão, o usuário é informado que a conexão ocorreu com sucesso e a função de escaneamento é interrompida. Por fim, a função que é chamada para conexão com o módulo Bluetooth fica da seguinte maneira

```
const startScan = async () => {
  const granted = await requestLocalizationPermission();

  if (!granted) {
    ToastAndroid.show('Permissão para localização negada!', ToastAndroid.LONG);
    return;
  }

  ToastAndroid.show('Buscando...', ToastAndroid.LONG);
  try {
    const devices = await RNBluetoothClassic.startDiscovery();

    await handleDevicesConnection(devices);

    setTimeout(() => RNBluetoothClassic.cancelDiscovery(), 5000);
  } catch(err) {
    ToastAndroid.show(`Erro na conexão: ${err}`, ToastAndroid.LONG);
  }
};
```

Figura 8. Conexão cm módulo bluetooth.

Fonte: Os autores

Com o dispositivo conectado ao módulo HC – 06 é possível iniciar a transmissão de dados. Para isto, utilizamos uma função da biblioteca que é responsável por enviar os dados do dispositivo para o módulo chamada *writeToDevice*. A função *onSendData* que é chamada quando um dado é transmitido, possui um intervalo de 10 segundos entre a transmissão de uma mensagem e outra, isso é feito para que o *buffer* do Arduino que armazena as mensagens tenha tempo de ser consumido e não tenha um *overflow* de memória. E então a função fica da seguinte maneira.

```

const onSendData = async () => {
  setInterval(async () => {
    const message = subtitles[currentlyMessageIndex]?.text.toLowerCase();

    message.replace(/áâãä/g, 'a');
    message.replace(/éèê/g, 'e');
    message.replace(/íï/g, 'i');
    message.replace(/óôõö/g, 'o');
    message.replace(/ú/g, 'u');
    message.replace(/ç/g, 'c');
    message.replace(/ñ/g, 'n');
    message.replace(/\\n/g, '');
    message.replace(/\\r/g, '');

    console.log(currentlyMessageIndex, ' ', message);

    await RNBluetoothClassic.writeToDevice(BLUETOOTH_MODULE_MAC, message);
    currentlyMessageIndex += 1;
  }, 10000);
}

```

Figura 9. Transmissão de dados.

Fonte: Os autores

Após esse fluxo desenvolvido, iniciou-se a validação do recebimento dos dados por parte do Arduino. Para isso montou-se um circuito com LEDs para que simulassem uma célula braile, o comportamento esperado dos LEDs era que ao receber energia através das saídas do Arduino de acordo com lógica implementada, os LEDs acendessem formando o caractere reconhecido pelo Arduino.

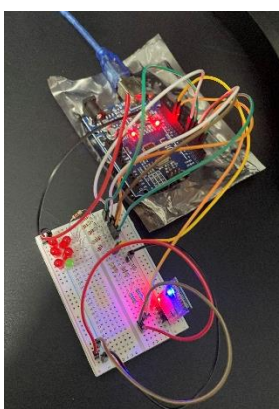


Figura 10. Versão inicial do protótipo com LEDs.

Fonte: Os autores

O aplicativo enviava os dados da legenda ao módulo Bluetooth através das saídas digitais receptoras e transmissoras (RX, TX), a fim de realizar a comunicação

entre o software (aplicativo) e o Arduino com sucesso para que os LEDs refletissem o comportamento esperado representando caracteres braille de acordo com a lógica implementada no código Arduino.

O software foi programado para enviar a legenda em um intervalo de 10 segundos para que o Arduino processasse a informação recebida e limpasse seu *buffer* de dados.

### 3.3. Telas do aplicativo



Figura 11. Tela de conexão com o protótipo.

Fonte: Os autores

Na figura 11 é a tela onde o aplicativo é iniciado aguardando conexão com o dispositivo via *bluetooth*

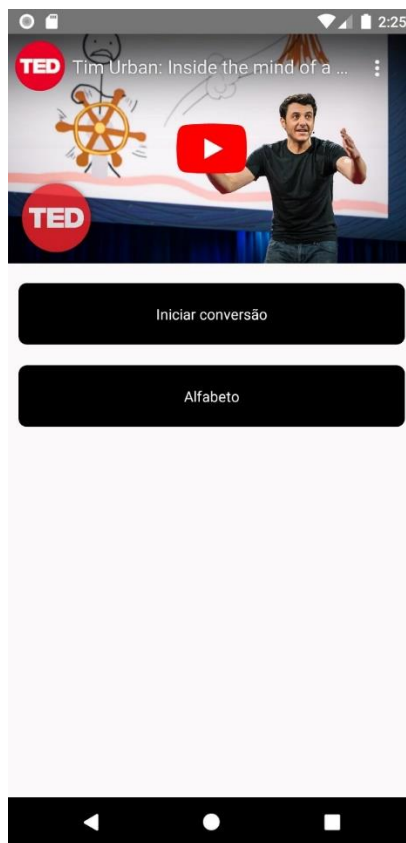
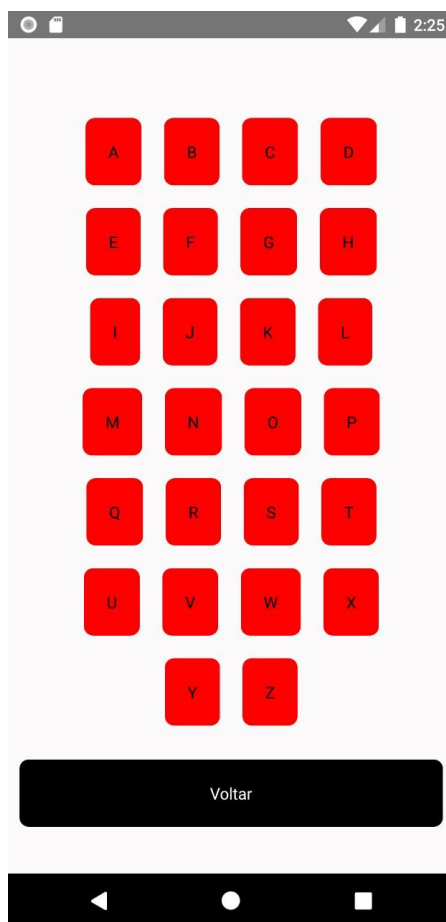


Figura 12. Tela de opções.

Fonte: Os autores

Após a conexão com o dispositivo a tela mostra duas opções: 1ª Iniciar conversão do vídeo e 2ª abrir um alfabeto, como mostra a figura 12.



*Figura 13. Tela do alfabeto.*

*Fonte: Os autores*

Na opção do alfabeto é aberto uma série de botões, de acordo com a figura 13, com as letras do alfabeto, que ao serem pressionadas, o dispositivo o faz no sistema braile.

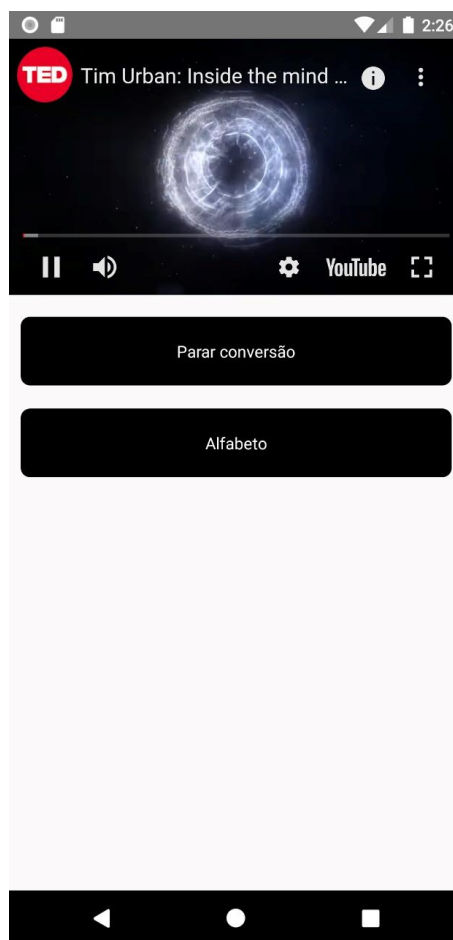


Figura 14. Tela de conversão durante vídeo.

Fonte: Os autores.

Se escolhida a opção de iniciar conversão o vídeo é reproduzido e 10 segundos depois o dispositivo começa a fazer a conversão das legendas.

### 3.4. Dispositivo

Com o objetivo de mediar a leitura Braile, principalmente por pessoas com deficiência visual, buscou-se desenvolver uma estrutura mecânica que conectasse com o celular e fosse capaz de formar caracteres em alto relevo, como uma célula Braile.

Levantamos os requisitos iniciais para o projeto como a escolha do microcontrolador Arduino UNO devido seu fácil acesso e grande potencial de projetos eletroeletrônicos e prototipagem. Para conexão com o celular foi analisado dois principais módulos bluetooth: HC-05 e HC-06, a principal diferença entre eles é que o



HC-05 pode ser configurado como *Master* (mestre) e como *Slave* (escravo), enquanto o HC-06 apenas como *Slave*, foi escolhido o HC-06 por conta de sua configuração ser mais simples e que apenas o modo *Slave* supria os requisitos do projeto.

Na figura 15 observa-se ao circuito de funcionamento do módulo *Bluetooth* conectado com o Arduino.

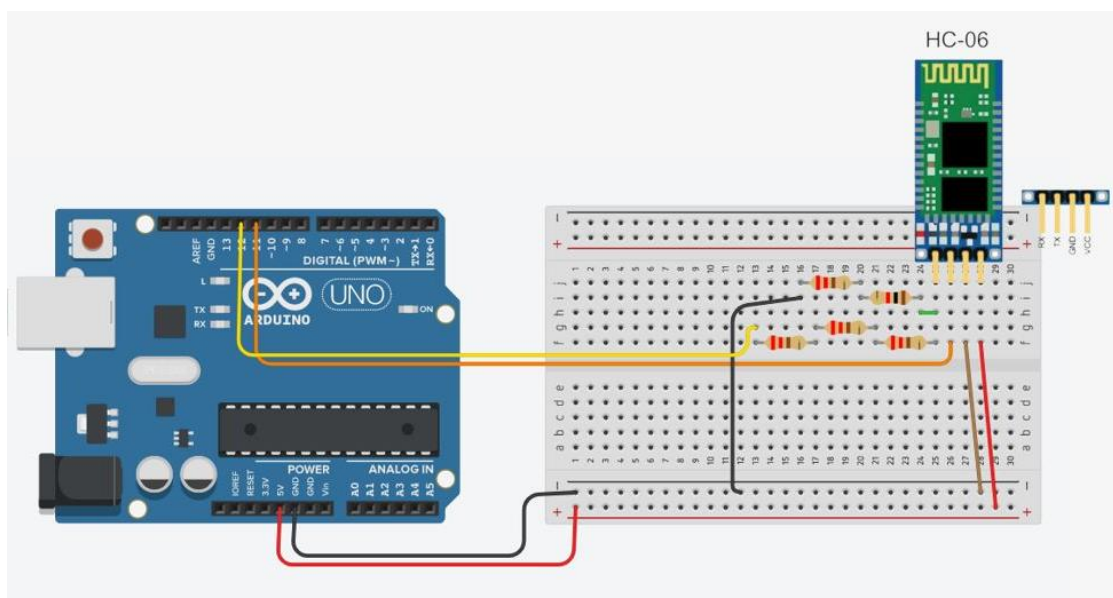


Figura 15. Circuito da conexão entre HC-06 e Arduino

Fonte: Os autores.

A identificação do texto pelo Arduino é realizada letra a letra. Para cada caractere recebido, o microcontrolador processa a informação e seleciona quais pinos da célula de impressão deve acionar. O sistema contém 6 pinos de impressão nomeadas de c1 a c6, dispostos como ilustra a Figura 16.

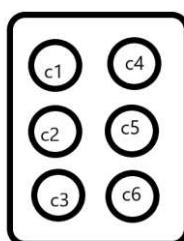


Figura 16. Células de impressão.

Fonte: Os autores

Para apresentação da letra “a” é necessário que somente o primeiro pino de impressão (c1) seja ativado, enquanto a letra “h” necessita que os pinos c1, c2 e c5 sejam ativados ao mesmo tempo.

Abcdefghklmnopqruxyz	C1
Bfghijlpqrstvw	C2
Klmnopqrstuvwxyz	C3
Cdfgijmnpqstwxxy	C4
Deghjnoqrtwyz	C5
Uvwxyz	C6

*Tabela 1. Correspondência entre letras e pinos.*

Seguindo este esquema de decodificação, nota-se que a letra “a” está presente apenas na linha 1 (//in c1), assim para esta letra é acionado pino de saída do Arduino conectado a c1. Já a letra “b” está presente nas linhas 1 e 2, resultando na ativação dos pinos correspondentes à c1 e c2.

Quando uma letra é identificada, dependendo de qual linha está se encontra, o Arduino ativa a porta de saída a qual está ligado o pino referente a esta linha enviando um sinal de 5 V e desativa as linhas restantes enviando 0 V.

Pino 2	C6
Pino 3	C3
Pino 4	C5
Pino 5	C2
Pino 6	C4
Pino 7	C1

*Tabela 2. Correspondência entre pinos da célula braile.*

Para a construção da célula braille foi escolhido um sistema de mini solenoides por se tratar de uma válvula eletromecânica foi a melhor opção diante do tempo e disponibilidade de que se tinha. Suas melhores características eram a disponibilidade no mercado e a relativa simplicidade que se apresentava em seu funcionamento.

Adquirindo a solenoide e com consulta de um professor da área de eletrônica levantamos os requisitos e componentes do circuito para o acionamento dos solenoides, havendo a necessidade de uma fonte de energia de 12v para alimentação dos solenoides e 6 transistores que suportassem mais de 600mA (*miliampere*) para fechamento do circuito e realizar o funcionamento esperado acionando os solenoides.

A figura 17 demonstra o circuito de acionamento dos solenoides.

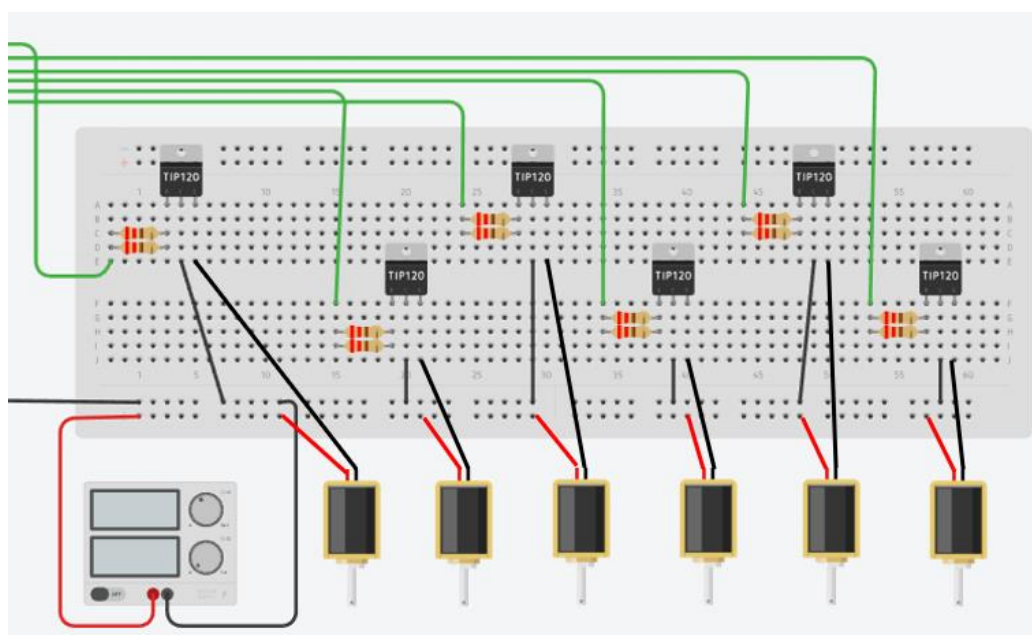
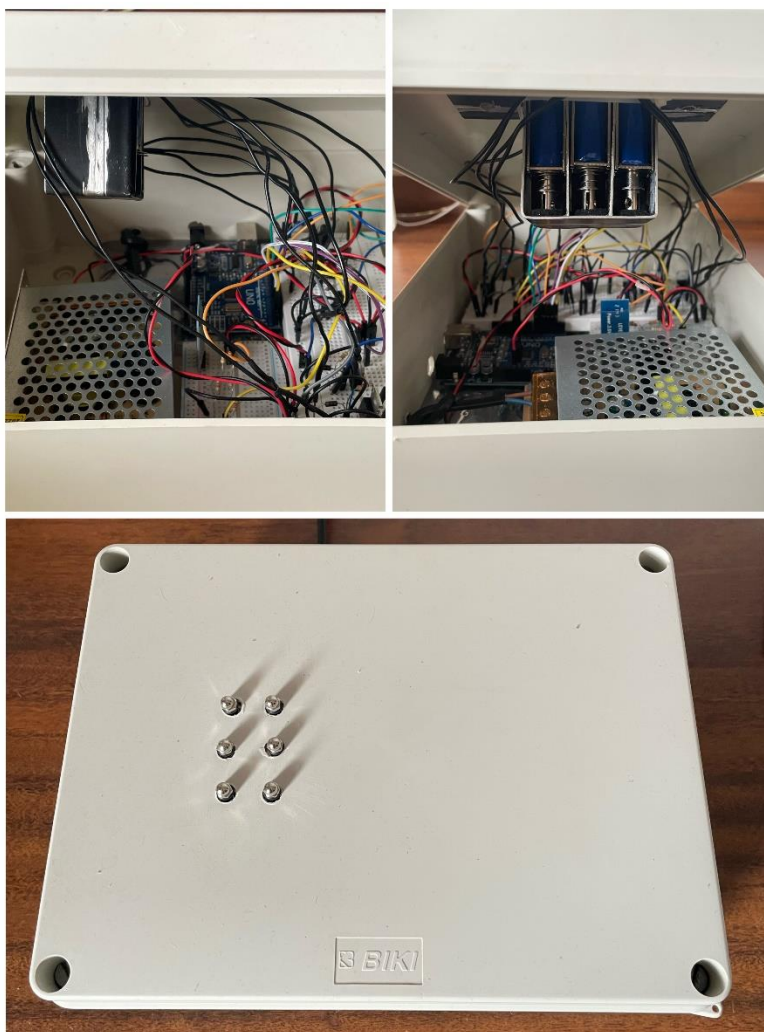


Figura 17. Circuito de acionamento dos solenoides.

Fonte: Os autores

Todo o circuito foi acoplado numa caixa para melhor manuseio e locomoção do hardware.



*Figura 18. Dispositivo finalizado e fechado.*

*Fonte: Os autores.*

### 3.5. Provas e ensaios

Para fazer a célula braile, de início pensou-se em utilizar um dispositivo magnético, que quando ativado, teria seu polo alterado para levantar um pedaço de metal. Sendo assim, seriam seis dispositivos que formariam a célula como um todo, formando um caractere.

No entanto esta alternativa se mostrou mais complexa do que o esperado e após uma avaliação de tempo e disponibilidade financeira e de materiais, levantamos uma segunda alternativa para confeccionar a célula braile. A próxima sugestão foi utilizar um cabeçote de impressora matricial, a qual utilizava uma série de pinos e um sistema magnético para seu controle.

Ao longo de alguns testes e análises com o cabeçote matricial em mãos, a sugestão se demonstrou intrincada, pois os questionamentos levantados acerca de como a conexão com o cabeçote funcionaria e acerca do estado de funcionamento do cabeçote nos levaram a alterar mais uma vez nossa abordagem.

Em uma última sugestão, examinamos a possibilidade de utilizar uma mini solenoide. Deste modo, com a solenoide escolhida, restava agora fazer os testes e verificar se a alternativa era factível.

Neste período, eram realizados testes com a placa controladora Arduino e o módulo Bluetooth, para validar a conexão do aplicativo que tínhamos em mãos para com o dispositivo.

Com o aplicativo desenvolvido, nos testes iniciais, o aplicativo ainda não conseguia obter conexão via *Bluetooth* com o Arduino devido à falta de uma implementação no código do aplicativo, que veio a ser suprida por uma biblioteca chamada *React Native Bluetooth Classic*, que tem como objetivo realizar uma ponte entre o código *React Native (Javascript)* e o código nativo das plataformas Android e IOS (*iPhone Operating System*) possibilitando a manipulação da API de *Bluetooth* de cada plataforma através do código *React Native*. Tal biblioteca permitiu enviar os dados que eram capturados pela API que extraia as legendas do vídeo para o nosso módulo *Bluetooth* que estava conectado ao Arduino possibilitando que o Arduino pudesse ler os dados enviados pelo aplicativo.

O software conseguiu se comunicar com o Arduino, porém os LEDs (*Light-Emitting Diode*) não estavam sendo acionados. Após um tempo de análise e estudo aprofundado, foi descoberto que, na programação do código Arduino, as saídas digitais responsáveis pela realização da comunicação entre o módulo Bluetooth e o Arduino estavam configuradas como saídas digitais (*output*) somente, e não como saídas receptoras e transmissoras (RX/TX). Como saídas digitais elas só atuam com valores 0 ou 1, não realizando a comunicação da forma correta. Corrigido esse equívoco, a comunicação entre o software (aplicativo) e o Arduino foi realizada com sucesso e então os LEDs refletiram o comportamento esperado representando caracteres braile de acordo com a lógica implementada no código Arduino.

A princípio o software foi programado para enviar toda legenda extraída do vídeo para o Arduino, causando um *overflow* no *buffer* do Arduino que não tinha capacidade suficiente para armazenar a carga de dados enviada a ele, por conta disso a mensagem era transmitida somente até certo ponto e o que o *buffer* não armazenava era perdido. Como solução para esse problema, dividimos o envio das mensagens em intervalos de tempo de 10 segundos, possibilitando que o Arduino processasse a informação recebida e limpasse seu buffer de dados sem a interrupção ou perda de mensagens.

#### **4. CONCLUSÕES**

Este trabalho teve como enfoque a apresentação do ToBraille como uma solução assistiva acessível para o consumo de conteúdo audiovisuais para surdocegos, de maneira a priorizar a modernidade, simplicidade e eficiência como este é feito, possibilitando que o usuário possa consumir os conteúdos a qualquer momento.

Analisando o avanço tecnológico e o grande material audiovisual a respeito de inúmeros assuntos na internet que tende a crescer de maneira exponencial e avassaladora, o uso do celular, aplicativo móveis vem sendo incorporada cada vez mais no nosso cotidiano, de modo a tornar as nossas vidas mais cômodas e isso não pode ser diferente para os surdocegos, dando-nos a possibilidade de fazer mais atividades com menos tempo e recurso.

Uma das áreas de maior interesse da tecnologia é evidentemente a possibilidade de prover assistência a deficientes que tem suas condições físicas limitadas, a qual possibilita a descoberta de novas maneiras de inclusão e reestabelecimento de limitações impostas a deficientes. Havendo a problemática do consumo de conteúdo audiovisual por surdocegos, viu-se a possibilidade de usar um aplicativo em conjunto com um protótipo para fazê-lo, utilizando assim a tecnologia em prol do bem-estar das pessoas.

Durante a apresentação do desenvolvimento do produto, os métodos utilizados para validar o funcionamento da leitura braile por cegos sem que a eficiência dele fosse afetada demonstraram que é funcional e traz uma alegria muito grande ao deficiente que por sua vez agora consegue consumir o conteúdo audiovisual na internet.

O software desenvolvido permite converter legendas de vídeos do youtube para uma célula braile conectada ao celular através do *bluetooth*. No desenvolvimento do ToBraille, um dos pontos priorizados foi a redução de custos para os seus desenvolvimentos, de maneira a qual não prejudicasse a integridade do material utilizado em nível de hardware e operabilidade em nível de software, utilizamos assim de materiais comuns e de baixo custo (hardware), e softwares de desenvolvimento e APIs gratuitas. Com o barateamento o número de surdocegos que poderão usufruir desse produto de acessibilidade é muito alta.

#### 4.1. Trabalhos futuros

Identificou-se como oportunidade de melhorias:

- Desenvolver um circuito impresso integrado desenvolvido sob demanda para diminuir o tamanho do protótipo a fim de que o mesmo seja 100% portátil e possa ser levado no bolso e usado a qualquer momento do cotidiano
- Aplicar uma solução de bateria que atenda toda a especificidade técnica de alimentação do dispositivo para que ele não precise de uma tomada para ser ligado
- Desenvolver uma adaptação para diminuir os pontos da célula braile a fim de diminuir seu tamanho entrando em conformidade com os padrões oficiais
- Adicionar mais células braile para uma leitura mais dinâmica e veloz
- Visando que todo o conjunto possa não ser apenas fechado na surdo-cegueira o projeto pode envolver demais acessibilidades como controle por voz, talkback, zoom, variações de cores entre preto no branco e branco no preto.
- Nivelar os pontos da célula braile com a superfície a fim de que o único relevo seja os pontos
- Um botão no dispositivo que a pessoa com deficiência controle quando quer passar para a frente a letra representada pela célula



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

BOSCO, I. C. M. G; MESQUITA, S. R. S. H. e MAIA, S. R. **A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar: surdocegueira e deficiência múltipla.** Brasília –[Fortaleza]: Universidade Federal do Ceará, MEC/SEESP, 2010. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2010-pdf/7107-fasciculo-5-pdf/file>> Acesso em: 07 dez. 2022.

BRITTO, H. P. KUSS, P. F. **TECNOLOGIA ASSISTIVA COMPUTACIONAL PARA PESSOAS COM SURDOCEGUEIRA.** Instituto Federal Catarinense, 2018. Disponível em: <<http://www.camboriu.ifc.edu.br/wp-content/uploads/2018/05/tecassistiva.pdf>> Acesso em: 24 fev. 2022.

FREITAS, M. S.; CARVALHO, P. C. O.; SALES, R. C.; SILVA, V. C.; ZANCA, J. F. R. **Modelagem Teórica do Campo Magnético em Solenoides.** Revista de Trabalhos Acadêmicos UNIVERSO São Gonçalo – Vol. 1 – Nº 2 – 2016. Disponível em: <<http://revista.universo.edu.br/index.php?journal=2TRABALHOSACADEMICOSAOGONCALO2&page=article&op=view&path%5B%5D=3094>> Acesso em: 12 nov. 2022.

GALVÃO FILHO, T. **Tecnologia Assistiva: favorecendo o desenvolvimento e a aprendizagem em contextos educacionais inclusivos.** Disponível em: <[http://www.galvaofilho.net/TA\\_educacao.pdf](http://www.galvaofilho.net/TA_educacao.pdf)> Acesso em: 18 jun. 2022.

IBGE. **PNS 2019: país tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência.** 26/08/2021. Disponível em: <<https://censoagro2017.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31445-pns-2019-pais-tem-17-3-milhoes-de-pessoas-com-algum-tipo-de-deficiencia#:~:text=n%C3%A3o%20estar%20dispon%C3%ADveis,-,PNS%202019%3A%20pa%C3%ADs%20tem%2017%2C3%20milh%C3%B5es%20>>

de%20pessoas,com%20algum%20tipo%20de%20defici%C3%Aancia&text=Em%202019%2C%20segundo%20a%20Pesquisa,de%20idosos%20estavam%20nessa%20condi%C3%A7%C3%A3o> Acesso em: 24 set. 2022.

MAIA, S. R.; ARÁOZ, S. M. M. de. **A surdocegueira: "Saindo do escuro"**. Educação Especial, [S.l.], n. 17, p.1-3, jan. 2001. Quadrimestral. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/1984686x>>. Acesso em: 18. Jun. 2022.

PAIVA, M. L. L.; **TECNOLOGIA ASSISTIVA DE BAIXO CUSTO COMO COLABORAÇÃO NA ALFABETIZAÇÃO DE ALUNOS COM BAIXA VISÃO**. IICINTED, 2018. Disponível em: [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2018/TRABALHO\\_EV110\\_M D1\\_SA6\\_ID2303\\_03082018142039.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2018/TRABALHO_EV110_M D1_SA6_ID2303_03082018142039.pdf). Acesso em: 30 out. 2022.