

ALEX VIEIRA PEREIRA
PABLO CAVALCANTE DOS SANTOS
WAGNER ROBERTO DE SOUZA Jr

**INTERACTIVE BRAILLE: KIT PARA ALFABETIZAÇÃO EM
BRAILLE A BAIXO CUSTO**

CAMPINAS
2018

IFSP - INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO - CÂMPUS CAMPINAS

CURSO MÉDIO INTEGRADO AO TÉCNICO EM ELETROELETRÔNICA

INTERACTIVE BRAILLE: KIT PARA ALFABETIZAÇÃO EM BRAILLE A BAIXO CUSTO

Trabalho de tecnologia assistiva (T.A)
desenvolvido no Instituto Federal de São
Paulo.

Orientador: Prof. Msc Edson Anício Duarte
Coorientador: Prof. Dr João Alexandre
Bortoloti

CAMPINAS

2018

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, em especial:

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio gerado através da bolsa de pesquisa cedida para nós. Sem ela o desenvolvimento deste projeto seria difícil.

Ao Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), pela ajuda cedida por sua sala de pesquisa (WASH!). Sem ela, este projeto não teria um local para ser desenvolvido.

O Professor e também orientador deste projeto, Edson Anício Duarte, por ter nos dado espaço na sua sala de pesquisa para trabalharmos, sem sua ajuda este projeto não teria chegado a tal ponto. Além de ter nos proporcionado a oportunidade de conhecimento, meus sinceros agradecimentos.

Ao nosso Coorientador Professor João Alexandre Bortoloti, pela sua competência e dedicação usada no decorrer deste projeto.

Ao Centro Nacional de Referência em Tecnologia Assistiva (CNRTA), pelo suporte técnico.

“O maior inimigo do conhecimento não é a
ignorância, é a ilusão do conhecimento”

Stephen Hawking

RESUMO

O sistema Braille é um processo de escrita e leitura baseado em símbolos em relevo, resultantes da combinação de até seis pontos separados entre duas colunas de três pontos cada. A alfabetização no sistema Braille requer o uso de ferramentas de apoio para que este processo tenha êxito. Muitos professores possuem dificuldades na alfabetização desses alunos, onde muitas das vezes não possuem recursos técnicos e pedagógicos, o que dificulta a aprendizagem da escrita e da leitura pelos alunos. Com o uso da tecnologia espera-se fornecer uma nova ferramenta neste processo de ensino e aprendizagem, assim tem-se a proposta de desenvolver um kit didático para auxílio à alfabetização em Braille, utilizando materiais de baixo custo para possibilitar o maior acesso das pessoas a este kit. Este equipamento possui um sistema de identificação em Braille, cores vivas e contrastantes, sistema de RFID para identificação de cada peça e está integrado com microcontroladores e dispositivos de som para disponibilizar o som de cada letra ao usuário. Poderá ser utilizado em escolas regulares e em instituições de ensino de Braille para pessoas cegas ou de baixa visão.

Palavras-chave: Alfabetização em Braille, RFID, Tecnologia Assistiva.

ABSTRACT

The Braille system is a writing and reading process based on raised symbols, resulting from the combination of up to six separate points between two columns of three points each. Literacy in the Braille system requires the use of support tools for this process to succeed. Many teachers have difficulties in the literacy of these students, where many times they do not have technical and pedagogical resources, which makes it difficult to learn writing and reading students. With the use of technology, it is hoped to provide a new tool in this process of teaching learning, so we have the proposal of developing a didactic kit to aid in literacy in Braille, using low cost materials to enable greater access of people to this kit. This equipment has a Braille identification system, vivid and contrasting colors, RFID system for identification of each part and is integrated with microcontrollers and sound devices to make the sound of each letter available to the user. It can be used in regular schools and in Braille educational institutions for blind or low vision people.

Keywords: Literacy in Braille, RFID, Assistive Technology.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Escopo	11
1.2 Justificativa	11
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivos específicos	14
2 MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1 Gestão do projeto	15
2.1.1 Organograma	15
2.1.2 Cronograma	16
2.2 Projeto elétrico	17
2.2.1 Componentes Principais	18
2.2.1.1 Arduino Nano	18
2.2.1.2 Módulo MP3 DFPlayer Mini	19
2.2.1.3 Módulo Leitor RFID RDM6300	19
2.2.2 Lista de materiais	20
2.2.3 Programação	21
2.2.3.1 Valor das bobinas RFID	21
2.2.3.2 – Leitura e sistema de som	22
2.2.4 Hardware	25
2.2.4.1 Montagem do leitor de RFID	25
2.2.4.2 Leitura e Sistema de som	25
2.3 Análise de Empreendedorismo e Inovação	26
2.3.1 Modelo de negócios – CANVAS	26
2.3.2 Matriz SWOT	27
2.4 Modelagem 3D	27
2.4.1 Primeiro protótipo – Teste ABNT	28
2.4.2 Segundo protótipo – Arredondando os cantos	30

2.4.3 Terceiro protótipo – Letras e números-----	31
2.4.4 Extraíndo bobina RFID -----	33
2.4.5 Inserindo bobina RFID-----	34
3 RESULTADOS -----	35
3.1 Protótipos do projeto-----	35
3.1.1 Primeiro protótipo – Teste Norma ABNT-----	35
3.1.2 Segundo protótipo – Arredondando os cantos -----	36
3.2 Testando o primeiro protótipo -----	37
3.3 Modelos de peças -----	39
3.4 Numeração das bobinas-----	42
3.5 Impressões dos modelos finais -----	43
3.5.1 Números-----	43
3.5.2 Letras Maiúsculas-----	44
3.5.3 Letras Minúsculas-----	44
3.6 APRESENTAÇÕES EM FEIRAS DE CIÊNCIAS, ENGENHARIA E INOVAÇÃO	45
3.6.1 Visita MDH-----	45
3.6.2 I Semana de Ações Inclusivas-----	46
3.6.3 Greenk Tech Show -----	46
3.6.4 CEPRE – UNICAMP -----	48
5 CONCLUSÃO -----	50

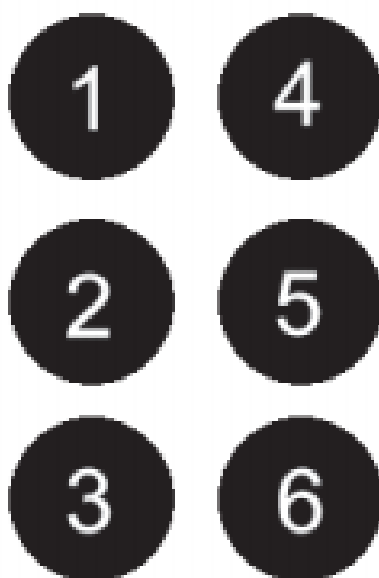
1 INTRODUÇÃO

O sistema Braille é um código universal de leitura tátil e de escrita, usado por pessoas cegas, inventado na França por Louis Braille, um jovem cego. Reconhece-se o ano de 1825 como o marco desta importante conquista para a educação e a integração dos deficientes visuais na sociedade (PARAGUAÇU, 2014).

Louis Braille foi quem desenvolveu o sistema Braille e conseguiu muito lentamente o reconhecimento do valor de sua obra. Durante a maior parte de sua vida, seu sistema só foi conhecido na escola onde ele estudou e foi professor. Foi apenas no fim da vida que o uso de seu sistema de leitura e escrita começou a se expandir. Mesmo assim, a significância de sua realização permaneceu obscura para o mundo durante muitos anos (LEMOS, VENTURINI, ROSSI, 2009).

O sistema Braille de leitura e escrita, é composto por seis pontos em relevo que formam a célula Braille, esta célula possui os relevos numerados de 1 a 6, divididos em duas colunas de três pontos cada. A figura 1 mostra a célula Braille com sua numeração.

Figura 1: Célula Braille

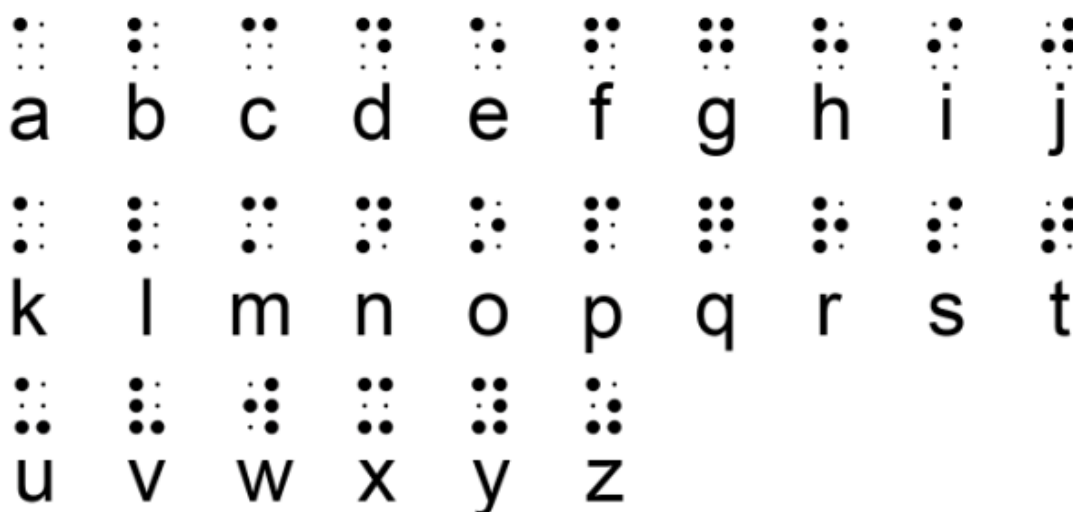


Fonte: MEC, 2006, p.83

O sistema Braille é um processo de escrita e leitura baseado em 64 símbolos em relevo, resultantes da combinação de até seis pontos dispostos em duas colunas de três pontos cada (NOVA ESCOLA, 2009). Dentre estes 64 símbolos, temos as

letras maiúsculas e minúsculas. Para representação das letras maiúsculas temos uma cela Braille a mais para representação. As letras maiúsculas representam-se pelas minúsculas precedidas imediatamente do sinal de relevo (4;6), com o qual formam um símbolo composto (MEC, 2006). A figura 2 mostra as letras minúsculas representadas no sistema Braille e a figura 3 mostra as letras maiúsculas representadas no sistema Braille.

Figura 2: Letra minúsculas



Fonte: PROJETO ACESSO

Figura 3: Letras maiúsculas



Fonte: MEC, 2006, p.26

No Brasil existem locais específicos para a aprendizagem do Braille que são escolas e institutos para cegos, como por exemplo o “Instituto dos Cegos” localizado em São José do Rio Preto – SP, o “Instituto Benjamin Constant” localizado na Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro – RJ e “Centro Cultural Louis Braille de Campinas” localizado em Campinas – SP.

Segundo Luzia e Marszaukowski (2000), o processo de inclusão de alunos com necessidades especiais na escola regular nos traz a dura realidade onde estas instituições muitas vezes não estão preparadas para recebê-los. No entanto, ir à

escola e não encontrar professores que conheçam o sistema de leitura e escrita em Braille, não tendo acesso à máquina de escrever em Braille ou aos livros escolares adaptados, constitui uma dura realidade para crianças, jovens e adultos com deficiência visual (LORENA, 2017). Compreendendo isso, este projeto visa desenvolver um kit didático para auxílio à alfabetização em Braille utilizando materiais de baixo custo, para que professores possam ter uma ferramenta de aprendizagem a mais neste processo educacional.

1.1 Escopo

A proposta deste projeto é desenvolver um equipamento portátil que possa dar autonomia para as pessoas cegas e de baixa visão no processo de aprendizagem da linguagem Braille.

O sistema a ser projetado tem a premissa de utilizar componentes comerciais de fácil aquisição em lojas de eletrônica especializada. Para o encapsulamento do sistema optou-se por utilizar o processo de manufatura aditiva onde será possível realizar a customização do invólucro.

O sistema será projetado para identificação unitária de cada letra por voz e pelo sistema Braille. Será projetado o abecedário para letras maiúsculas e minúsculas e os numerais de 0 a 9.

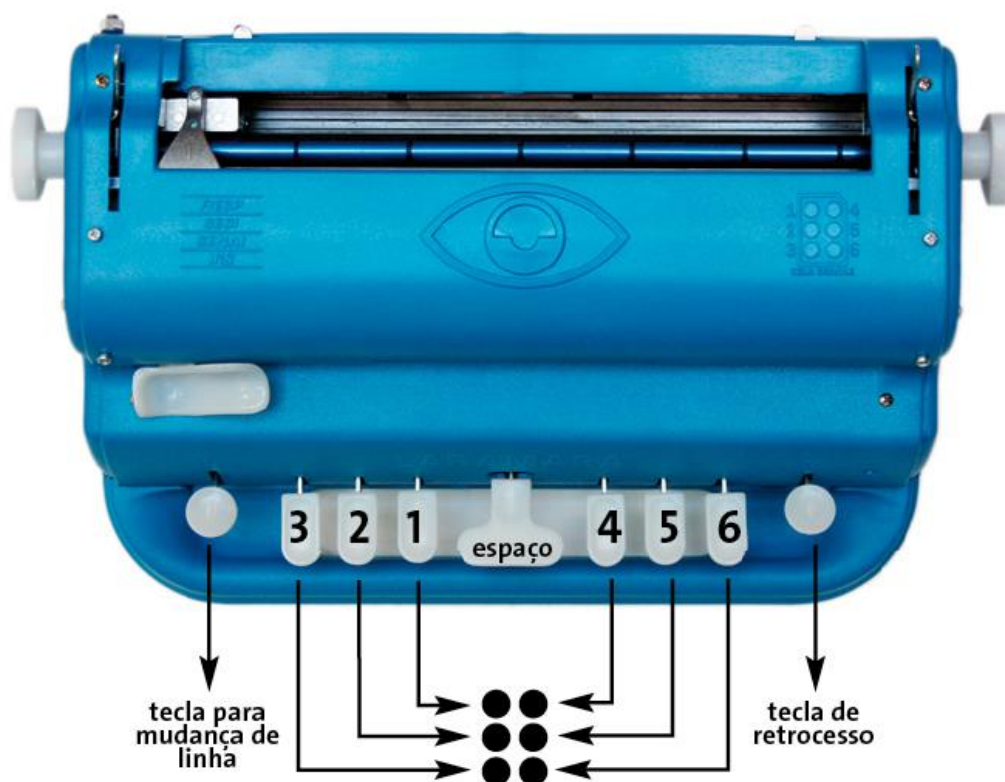
1.2 Justificativa

No Brasil, existem cerca de 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual, sendo que, 582 mil pessoas são cegas e 6 milhões possuem baixa visão, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2015). Existem mais de 70 mil alunos com deficiência visual matriculados em escolas de ensino regular nas classes comuns, e cerca de 6 mil crianças e jovens em escolas inclusivas ou salas especiais espalhadas nas escolas do país. Mesmo com estes grandes números, a falta de recursos ainda é uma dura realidade enfrentada por essa parcela da população brasileira (Hospitais Brasil, 2016).

A alfabetização de deficientes visuais encontra muitos desafios que acabam causando a procrastinação do processo de alfabetização. Os alunos com deficiência visual vão as escolas e ficam somente como ouvintes devido as escolas sofrerem com a carência de materiais pedagógicos adaptados em Braille, escassez da máquina de escrever em Braille e principalmente com a falta de profissionais especializados no

ensino do Braille (Hospitais Brasil, 2016). A figura 4 mostra a máquina de escrever em Braille.

Figura 4: Máquina de Perkins

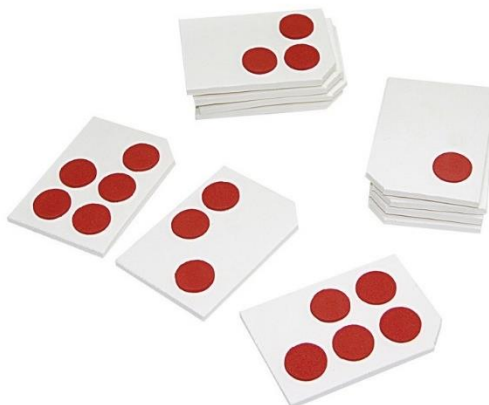


Fonte: Shopping do Braille

Com o passar dos anos, novas formas de acesso à informação são elaboradas para auxiliar e alfabetizar pessoas cegas. Além do sistema Braille, existe o áudio livro, que mostra letras ampliadas (que auxiliam pessoas de baixa visão) e sistema de áudio que auxiliam as pessoas cegas e de baixa visão (BRASIL, 2015).

Atualmente, no processo de alfabetização em Braille, uma das ferramentas utilizadas é o alfabeto confeccionado em papel E.V.A (Espuma Vinílica Acetinada), este alfabeto não atende o dimensional previsto pela norma ABNT (NBR 9050:2015) que especifica as dimensões dos caracteres em Braille. A não adequação à norma dificulta o deficiente visual se adaptar com a forma do ponto Braille, que é muito menor ao do alfabeto confeccionado em E.V.A. A figura 5 mostra um modelo de alfabeto em EVA.

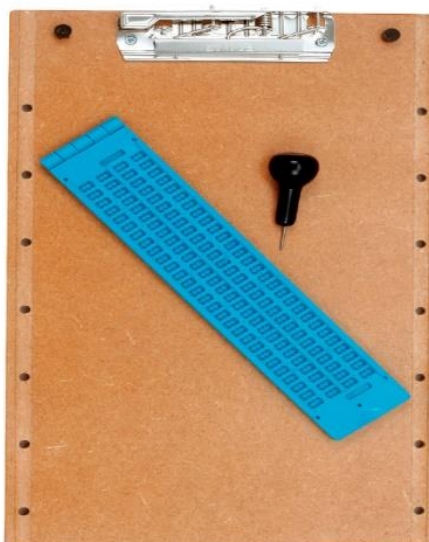
Figura 5: Alfabeto Braille Colado



Fonte: Shopping do Braille

Outro material utilizado no processo de alfabetização em Braille, é a Reglete, que é utilizado para realizar a escrita em Braille. Ela foi adaptada pelo próprio criador do Braille (Louis Braille) para que pessoas cegas ou de baixa visão possam ler e escrever. A figura 6 mostra a Reglete de mesa.

Figura 6: Reglete de mesa



Fonte: Shopping do Braille

Compreendendo a falta de matérias didáticos, recursos financeiros e principalmente a falta de materiais didáticos, foi desenvolvido um kit de alfabetização

em Braille a baixo custo utilizando a impressora 3D, para ser uma alternativa a mais para ser utilizada no processo de alfabetização.

1.3 Objetivos

Desenvolver um kit didático para auxílio a alfabetização em Braille, utilizando materiais de baixo custo para otimizar o processo de alfabetização de pessoas com ou sem deficiência visual.

1.3.1 Objetivos específicos

- a) Desenvolver “peças” com Braille utilizando impressora 3D;
- b) Desenvolver um kit que quebre a barreira atitudinal;
- c) Pesquisar materiais de baixo custo para a parte eletrônica;
- d) Desenvolver um kit preciso (ABNT);
- e) Realizar testes com pessoas com deficiência visual.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este desenvolvimento do kit didático tem proposta de projetar um equipamento portátil para auxílio a alfabetização em Braille e fornecer autonomia para as pessoas cegas e de baixa visão neste processo.

O kit didático será formado por peças do abecedário com letras maiúsculas e minúsculas. O sistema a ser projetado tem a premissa de utilizar componentes comerciais de fácil aquisição propiciando a replicação do modelo a baixo custo.

O desenvolvimento foi dividido em gestão do projeto, projeto mecânico, projeto elétrico e análise de empreendedorismo e inovação.

O projeto mecânico será desenvolvido para dimensionar o encapsulamento do sistema utilizando o processo de manufatura aditiva.

No projeto elétrico serão utilizadas ferramentas de engenharia para o projeto e simulação do sistema de identificação das letras.

A análise de empreendedorismo e inovação será realizada para verificar a potencialidade comercial do projeto.

O grupo é composto por 3 integrantes cada um com sua função, visando o complemento de conhecimentos e habilidades, o item cronograma detalha como foi elaborado esta divisão.

A gestão do projeto será detalhada a seguir.

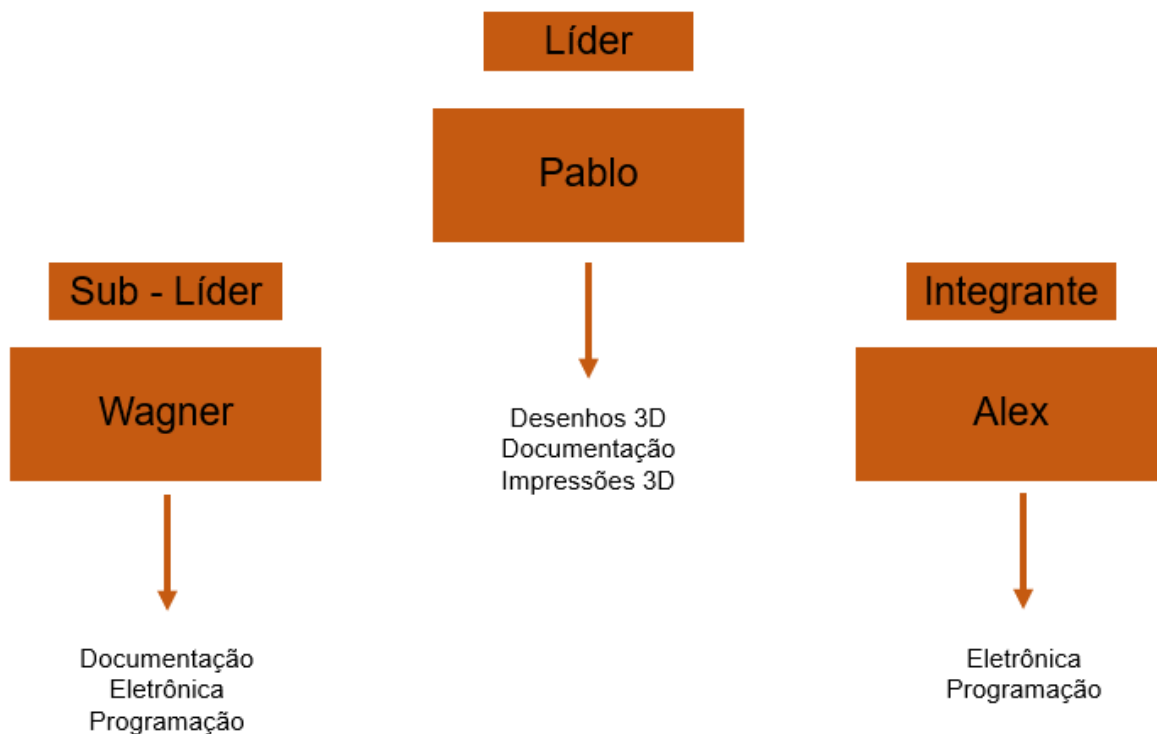
2.1 Gestão do projeto

Para a gestão do tempo e recursos materiais e pessoais utilizados no projeto foi desenvolvido o cronograma das atividades que será detalhado a seguir.

2.1.1 Organograma

Este projeto foi desenvolvido por um grupo de amigos do 3º Ano do ensino médio do IFSP Câmpus Campinas. Para um melhor desenvolvimento do projeto, foi elaborado um organograma para dividir melhor os trabalhos que viriam ao decorrer do desenvolvimento do projeto.

A figura 7 apresenta o organograma desenvolvido com a função de cada integrante do grupo.

Figura 7: Organograma

Fonte: Autoria própria

Cada integrante do grupo tem a sua função definida na execução do projeto e as funções foram definidas de acordo com o conhecimento e habilidade de cada integrante. É importante reforçar que o grupo se complementa, assim é necessário que ocorra interação entre os componentes do grupo de forma a tornar realidade o projeto alcançando os objetivos propostos com qualidade, prazo e custo desejados.

2.1.2 Cronograma

Para o planejamento e execução do projeto, foi elaborado um cronograma para que o grupo mantivesse um ritmo que possibilitaria desenvolver o projeto em 40 semanas. A Tabela 1 mostra o cronograma desenvolvido.

Tabela 1: Cronograma

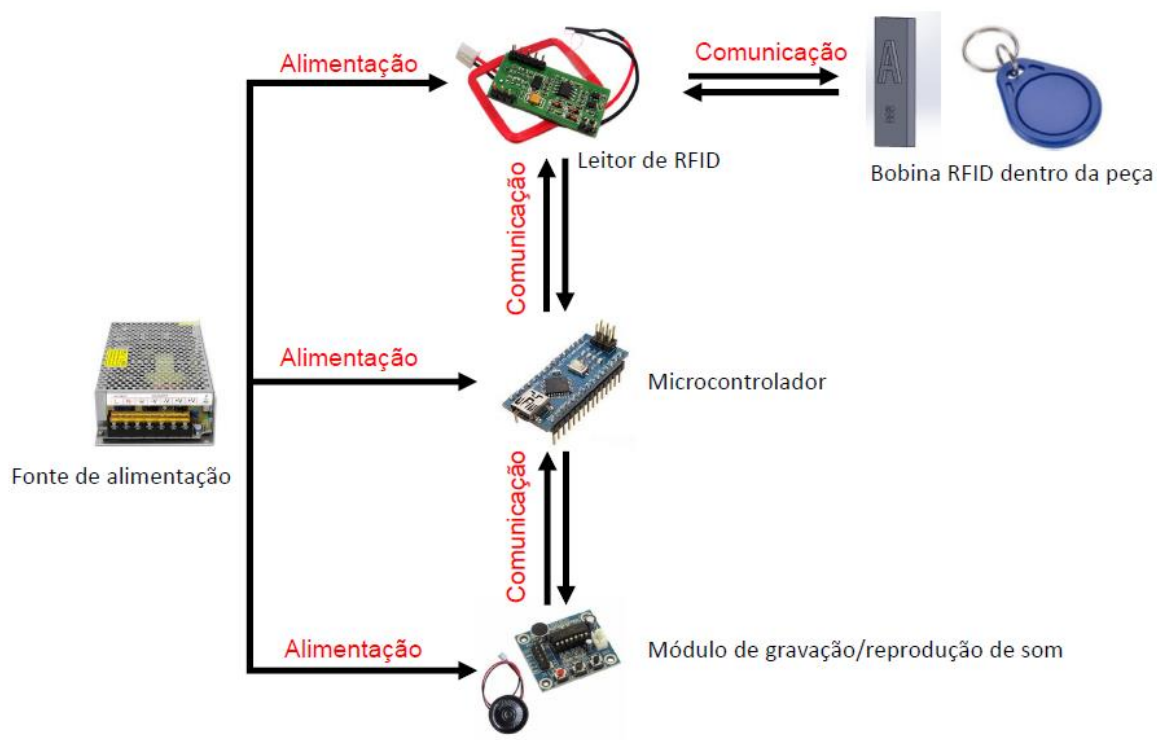
Atividade		Prazo	Responsável
1	Definição do tema	fev/18	Alex, Pablo e Wagner
2	Problema	fev/18	Alex, Pablo e Wagner
3	Solução	fev/18	Alex, Pablo e Wagner
4	Título	fev/18	Alex, Pablo e Wagner
5	Objetivo	mar/18	Alex, Pablo e Wagner
6	Introdução	mar/18	Pablo e Wagner
7	Justificativa	mar/18	Alex
8	Modelo de negócios	mar/18	Pablo e Wagner
9	Matriz SWOT	mar/18	Wagner
10	Diagrama de blocos	mar/18	Wagner
11	Lista de Materiais	mar/18	Wagner
12	Desenho 3D - Primeiro protótipo	abr/18	Pablo
13	Primeiro protótipo - Teste ABNT	abr/18	Pablo
14	Esquema elétrico - Numeração	mar/18	Pablo e Wagner
15	Programação - Numeração	mar/18	Alex
16	Preparação das bobinas	mar/18	Alex, Pablo e Wagner
17	Relatório técnico	abr/18	Pablo e Wagner
18	Esquema elétrico - Final	mai/18	Pablo e Wagner
19	Gravação de voz - MP3	mai/18	Alex, Pablo e Wagner
20	Programação - Final	mai/18	Alex
21	Desenho 3D - Maiúsculas - Final	jun/18	Pablo
22	Desenho 3D - Minúsculas - Final	jun/18	Pablo
23	Desenho 3D - Números - Final	jul/18	Pablo
24	Impressão 3D - Maiúsculas - Final	ago/18	Pablo
25	Impressão 3D - Minúsculas - Final	ago/18	Pablo
26	Impressão 3D - Números - Final	set/18	Pablo
27	Placa PCB	set/18	Alex, Pablo e Wagner
28	Acoplamento do circuito	nov/18	Pablo
29	Protótipo final	nov/18	Alex, Pablo e Wagner
30	Finalização do relatório técnico	nov/18	Alex, Pablo e Wagner
31	Banner	nov/18	Alex, Pablo e Wagner
32	Apresentação em Slides	nov/18	Alex, Pablo e Wagner

Fonte: Autoria própria

2.2 Projeto elétrico

O projeto elétrico foi iniciado com o diagrama de blocos do protótipo idealizado. Este diagrama de blocos serve para entender como o circuito eletrônico está integrado com os demais componentes, a figura 8 mostra a integração dos componentes.

A base da lista de materiais do projeto é o diagrama de blocos que, além de dar a visão geral do projeto, permite relacionar os componentes que serão utilizados na montagem do protótipo.

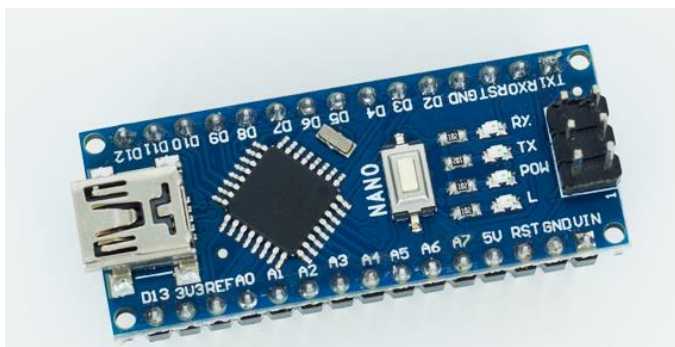
Figura 8: Diagrama de blocos**Fonte:** Autoria própria

2.2.1 Componentes Principais

Os componentes principais utilizados no projeto terão suas características e funcionalidades descritas a seguir.

2.2.1.1 Arduino Nano

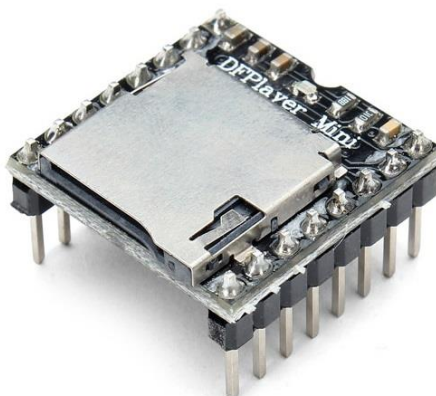
O Arduino Nano é uma placa compacta baseada no microcontrolador Atmega328. Ao contrário das outras placas, não possui conector para alimentação externa, sendo alimentada por um conector USB Mini-B (FILIPEFLOP, 2014). Sua função neste projeto é auferir sinais do módulo RDM6300 para repassar sinais para o Módulo MP3 DFPlayer. A figura 9 mostra a placa Arduino Nano utilizada no projeto.

Figura 9: Arduino Nano

Fonte: FilipeFlop

2.2.1.2 Módulo MP3 DFPlayer Mini

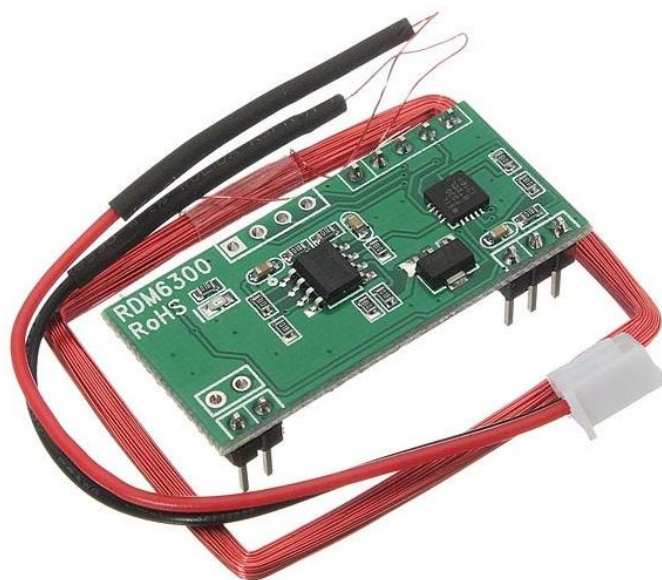
O Módulo Mp3 DFPlayer Mini é um módulo de reprodução de som compacto e de baixo consumo de energia (ARDUINO E CIA, 2017). Sua função neste projeto é reproduzir as faixas que representam cada “peça Braille”. A figura 10 mostra o módulo MP3 utilizado.

Figura 10: Módulo MP3 DFPlayer Mini

Fonte: FilipeFlop

2.2.1.3 Módulo Leitor RFID RDM6300

O Módulo RDM6300 é um módulo de leitura RFID na frequência de 125KHz e utiliza para comunicação a interface serial (UART). O módulo utiliza alimentação de 5V (Volts) (ARDUINO E CIA, 2017). A figura 11 mostra o módulo RDM6300.

Figura 11: Módulo RDM6300

Fonte: FilipeFlop

2.2.2 Lista de materiais

Para o desenvolvimento do projeto, foi necessário adquirir alguns produtos que permitisse iniciar o projeto. A tabela 2 mostra a lista de materiais do projeto.

Tabela 2: Lista de matérias

LISTA DE MATERIAIS						
Descrição	Código	Preço unitário (R\$)	Quantidade	Local da compra	Frete (R\$)	Total
Leitor RFID	RDM6300	18,9	1	Mercado Livre	10,9	29,8
Microcontrolador	Nano v3.0	20	1	Vendedor Avulso	0	20
Módulo MP3	DFPlayer mini	16,7	1	Mercado Livre	11,9	28,6
Peças 3D	————	2,5	62	————	0	155
TAGS RFID (Pacote)	EM41000	159,9	1	Mercado Livre	0	159,9
					Total (R\$)	393,3

Fonte: Autoria própria

2.2.3 Programação

Para programação deste projeto, foi utilizada a Linguagem C. A linguagem C é uma das mais bem sucedidas linguagens de alto nível já inventada e é considerada a linguagem de programação mais utilizada de todos os tempos (BACKES, 2012). A seguir serão apresentadas as programações desenvolvidas durante o desenvolvimento do projeto.

2.2.3.1 Valor das bobinas RFID

De início o grupo desenvolvendo uma programação simples utilizando o software Arduino IDE, que é um ambiente de desenvolvimento de programas utilizando a linguagem de programação C. Para esta programação, o grupo utilizou os recursos seriais que o software já possui para ler o valor da bobina e exibir o mesmo em um monitor serial disponibilizado pelo software. A figura 12 mostra a programação desenvolvida no ambiente de desenvolvimento Arduino.

Figura 12: Programação – Valor das bobinas RFID

```
#include <SoftwareSerial.h>
int x;

SoftwareSerial teste (9, 8); // Define os pinos Tx e Rx respectivamente. Tx recebe, Rx envia.
void setup()
{
    teste.begin (9600);
    Serial.begin(9600);
    pinMode(10, OUTPUT);
    pinMode(4, OUTPUT);
}
void loop()
{
    while(teste.available()>0)
    {
        digitalWrite(13, HIGH);
        x = teste.read();
        if (x < 0) {
            delay(1000);
            Serial.println(" ");
            digitalWrite(10, LOW);
            digitalWrite(4, LOW);
        }
        else{
            digitalWrite(10, HIGH); digitalWrite(4, HIGH);
            delay(10);
            digitalWrite(10, LOW); digitalWrite(4, LOW);
            Serial.println(x);
        }
    }
}
```

Fonte: Autoria própria

2.2.3.2 – Leitura e sistema de som

O grupo desenvolveu uma programação utilizando a linguagem de programação C, no software Arduino IDE. A programação desenvolvida é capaz de realizar a leitura do valor da bobina e acionar o módulo mp3 para reproduzir a faixa atribuída aquele valor, uma vez que, cada bobina é atribuída a uma faixa. As figuras 14, 15, 16, 17 e 18 mostram um exemplo reduzido da programação desenvolvida.

Figura 14: Programação – Leitura e sistema de som

```
#include "Arduino.h"
#include <SoftwareSerial.h>
#include "DFRobotDFPlayerMini.h"

SoftwareSerial RFID(9, 8); // RX, TX
SoftwareSerial mySoftwareSerial(10, 11); // RX, TX

DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;

int datal = 0;
int ok = -1;
char letra;
//*****
int tag1[14] = {2,49,70,48,48,68,56,51,51,54,55,57,51,3}; //tag a
int tag2[14] = {2,49,70,48,48,68,56,55,50,56,51,51,54,3}; //tag b
int tag3[14] = {2,49,70,48,48,68,56,50,52,70,55,49,52,3}; //tag c
//*****
int newtag[14] = { 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}; // Usado nas comparações de leitura
void printDetail(uint8_t type, int value);

void setup()
{
  RFID.begin(9600); // start serial to RFID reader
  mySoftwareSerial.begin(9600);

  Serial.begin(9600); // start serial to PC
  Serial.println();
  Serial.println(F("DFRobot DFPlayer Mini"));
  Serial.println(F("Iniciando DFPlayer ... (Aguarde 3~5 segundos)"));
  delay(1000);
```

Fonte: Autoria própria

Figura 15: Programação – Leitura e sistema de som

```

if (!myDFPlayer.begin(mySoftwareSerial)) { //Use o SoftwareSerial para se comunicar com o MP3.
    Serial.println(F("Falha na inicialização:"));
    Serial.println(F("1. Reveja as conexoes"));
    Serial.println(F("2. Insira o cartao SD!"));
    while(true);
}
Serial.println(F("DFPlayer Mini inicializado."));
myDFPlayer.setTimeout(500); //Ajuste tempo limite de Comunicação Serial para 500ms
myDFPlayer.volume(20); //Ajuste de volume (0~30).

}

void speak ()
{
    int i = 0;
    if (letra == 'a')
    {
        i = 1;
    }
    if (letra == 'b')
    {
        i = 2;
    }
    if (letra == 'c')
    {
        i = 3;
    }
    mySoftwareSerial.listen(); //Comunica com o MP3
    myDFPlayer.enableLoop(); //Liga o MP3
    myDFPlayer.play(i); //Toca o player referente a i (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,
    delay(4000);

```

Fonte: Autoria própria**Figura 16:** Programação – Leitura e sistema de som

```

    Serial.println("Faixa executada");
    myDFPlayer.disableLoop(); //Desliga MP3
    ok = -1;
    RFID.listen(); //Comunica com o LEITOR RFID
}
boolean comparetag(int aa[14], int bb[14]) //Faz as comparações
{
    boolean ff = false;
    int fg = 0;
    for (int cc = 0 ; cc < 14 ; cc++)
    {
        if (aa[cc] == bb[cc])
        {
            fg++;
        }
    }
    if (fg == 14)
    {
        ff = true;
    }
    return ff;
}

void checkmytags() //Compara as TAG's
{
    ok = 0; //Variavel auxiliar
    // Se for 1 temos uma TAG correspondente, se for 0 não
    // -1 é uma tentativa de leitura não realizada
    if (comparetag(newtag, tag1) == true)
    {
        ok++;
    }
}

```

Fonte: Autoria própria

Figura 17: Programação – Leitura e sistema de som

```

    letra = 'a';
  }
  if (comparetag(newtag, tag2) == true)
  {
    ok++;
    letra = 'b';
  }
  if (comparetag(newtag, tag3) == true)
  {
    ok++;
    letra = 'c';
  }
}
void readTags()
{
  ok = -1;
  RFID.listen();
  if (RFID.available() > 0)
  {
    //Lê o numero das TAG's
    delay(100); //Tempo para os dados chegares
    for (int z = 0 ; z < 14 ; z++) //Lê a TAG toda
    {
      datal = RFID.read();
      newtag[z] = datal;
      Serial.println(newtag[z]);
    }
    RFID.flush(); //Para multiplas leituras
    checkmytags(); //As TAG's correspondem ?
  }
  if (ok > 0)

```

Fonte: Autoria própria**Figura 18:** Programação – Leitura e sistema de som

```

    {
      Serial.println("Aceito");
      speak ();
      delay(1000);
    }
    else if (ok == 0)
    {
      Serial.println("Negado");
      delay(1000);
      ok = -1;
    }
  }

void loop()
{
  Serial.println("BRAILLE");
  readTags();
}

```

Fonte: Autoria própria

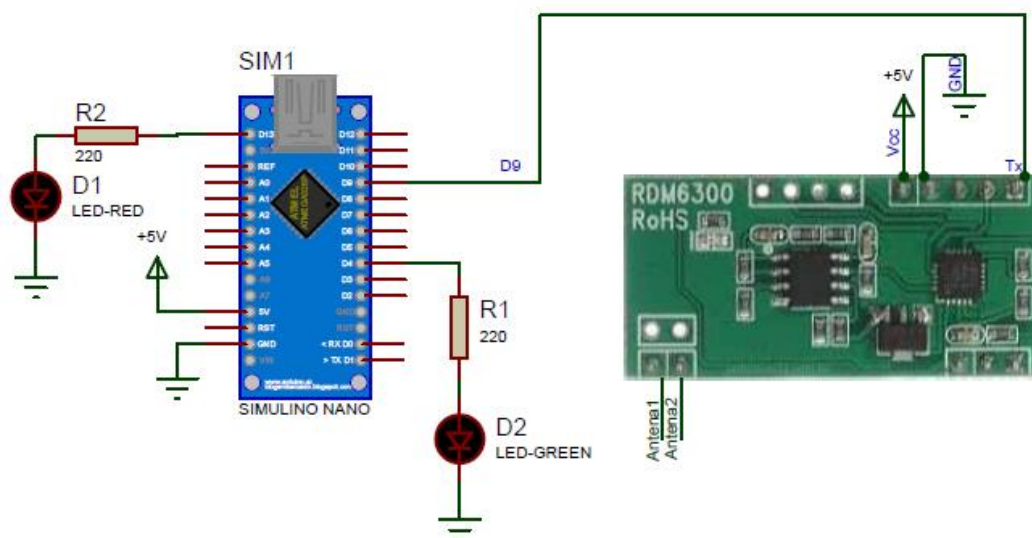
2.2.4 Hardware

Para desenvolver os circuitos eletroeletrônicos do projeto, foi utilizado softwares que tornavam capaz de realizar as ligações e testar o circuito. A seguir serão apresentados os esquemas elétricos montados utilizando o software Proteus 8 Professional.

2.2.4.1 Montagem do leitor de RFID

Para visualizar o valor da bobina, era necessário possuir um circuito que utilizasse o Arduino e o Módulo RDM 6300, foi montado um esquema elétrico utilizando o software Proteus 8 Professional para visualizar como o circuito deveria ser montado. A figura 19 mostra o esquema elétrico montado no software utilizado.

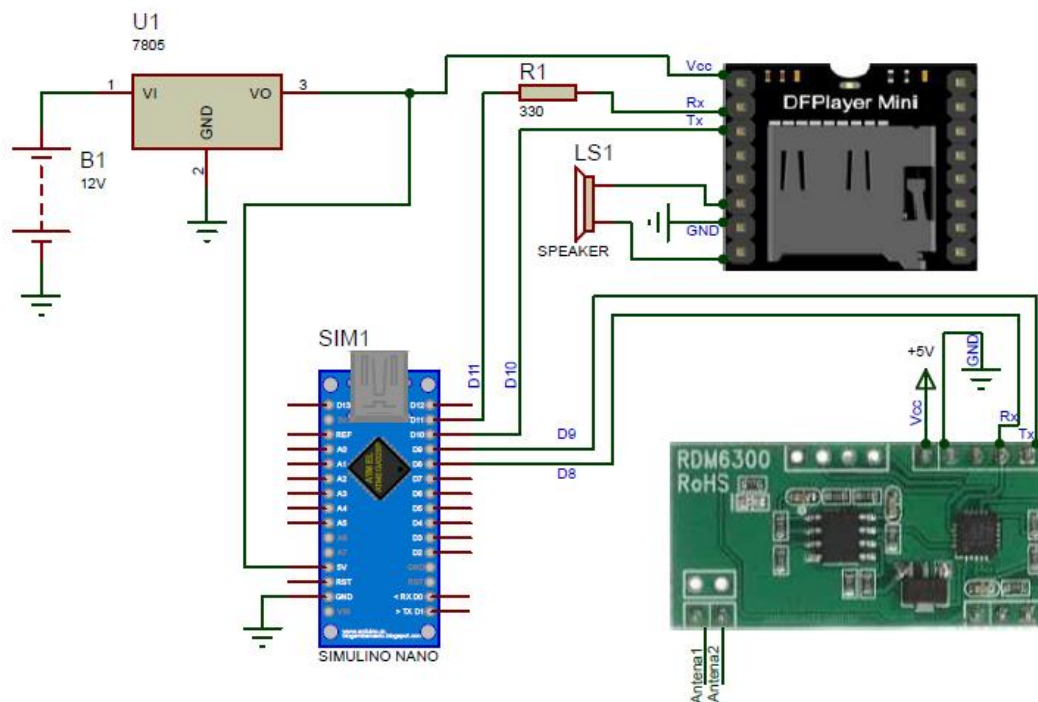
Figura 19: Esquema elétrico – Valor das bobinas RFID



Fonte: Autoria própria

2.2.4.2 Leitura e Sistema de som

O esquema elétrico com a proposta diferencial do projeto (Sistema de som), foi desenvolvido utilizando o software Proteus 8 Professional. Para desenvolver este esquema, o diagrama de blocos foi utilizado, pois ele passa a noção de como os componentes se interligam. Este esquema elétrico possui o Arduino, Módulo RDM 6300, Módulo MP3 DFPlayer Mini e o alto-falante. É importante ressaltar que o resistor colocado no pino RX do módulo mp3 é responsável pela eliminação dos ruídos no alto-falante, causados pela alimentação do Arduino (ARDUINO E CIA, 2017). A figura 20 mostra o esquema elétrico desenvolvido.

Figura 20: Esquema elétrico – Leitura e Sistema de som

Fonte: Autoria própria

2.3 Análise de Empreendedorismo e Inovação

Este capítulo é importante, pois nele é apresentado os recursos que o grupo utilizou para visualizar se era viável desenvolver o projeto, analisar seus pontos fortes e fracos, clientes, fonte de receita e etc. A seguir serão apresentados os recursos estratégicos utilizados pelo grupo.

2.3.1 Modelo de negócios – CANVAS

Para realizar o modelo de negócios, utilizou-se o modelo CANVAS que é uma ferramenta de planejamento estratégico, que permite desenvolver e esboçar modelos de negócios. A figura 21 mostra o Modelo Canvas do projeto.

Figura 21: Modelo Canvas do projeto

8 – Parceiros Chave - Vendedor autônomo; - E-commerce	7 – Atividades Chave - Desenvolvimento de software e hardware;	2 – Preposições de Valor - Kit didático para alfabetização em Braille a baixo custo com sistema de voz.	4 – Relacionamento com Clientes - Atendimento Pessoal; - Blog.	1 – Segmentos de Clientes - Escolas que ofertam o ensino em Braille; - Pais e responsáveis que querem ensinar seus filhos; - Interessados em aprender Braille.
	6 – Recursos Chave - Compra de materiais; - Microcontroladores; - Impressora 3D.		3 – Canais - Feiras de inovação; - E-Commerce.	
9 – Estrutura de Custos; - Matéria prima; - Distribuição; - Montagem dos produtos.			5 – Fontes de Receitas - Vendas; - Assistência Técnica.	

Fonte: Autoria própria

2.3.2 Matriz SWOT

Para analisar as ameaças, forças e oportunidades, o grupo utilizou a matriz SWOT que é uma ferramenta utilizada como base para gestão e planejamento estratégico de negócios. A figura 22 mostra a matriz SWOT desenvolvida pelo grupo.

Figura 22: Matriz SWOT

Internos	PONTOS FORTES (S) • CNRTA disponível no CTI • Impressoras 3D • Conhecimentos em eletrônica	PONTOS FRACOS (W) • Baixo orçamento • Tempo de dedicação ao projeto • Atividades poderiam ser desenvolvidas mais rapidamente
	OPORTUNIDADES (O) • Congressos • Feiras de Ciências • Editais de inovação • Editais de Tecnologia Assistiva	AMEAÇAS (T) • Importação de componentes • Editais de feiras não liberados • Editais de fomento e pesquisa não liberados

Fonte: Autoria própria

2.4 Modelagem 3D

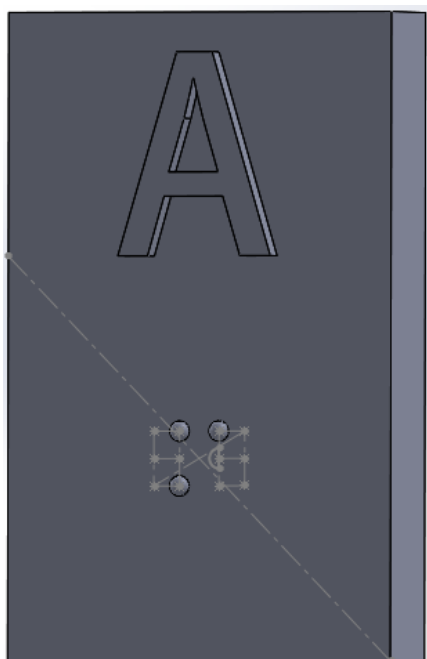
Com o auxílio de computadores, cortadoras laser, impressoras 3D e tantas outras máquinas que estão surgindo, é possível criar de maneira rápida e fácil produtos e objetos que antes só poderiam acontecer em nossa imaginação (PARANÀ,

2018). Para desenvolver o projeto, foi necessário realizar a modelagem 3D de peças, para isso foi utilizado um software que permite esboçar desenhos 2D e criar desenhos 3D sensacionais. A seguir serão apresentadas as modelagens 3D desenvolvidas pelo grupo.

2.4.1 Primeiro protótipo – Teste ABNT

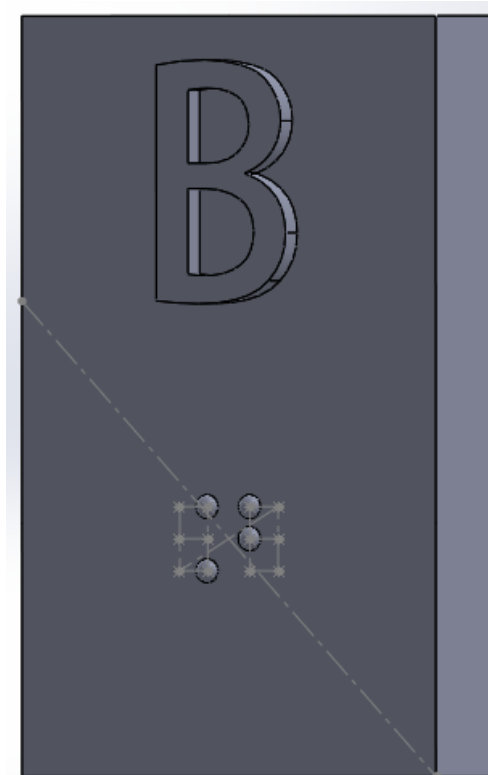
Para testar se a cela Braille estava de acordo com a norma ABNT NBR 9050:2015, foi desenvolvido três modelos de peças (A, B e C) no software de desenvolvimento 3D SolidWorks 2016. Posteriormente as peças foram confeccionadas utilizando a manufatura aditiva com uma impressora 3D, o material utilizado foi o PLA (Poliamida). A figura 23, 24 e 25 mostram as peças A, B e C desenvolvidas respectivamente.

Figura 25: Modelagem 3D – Teste ABNT



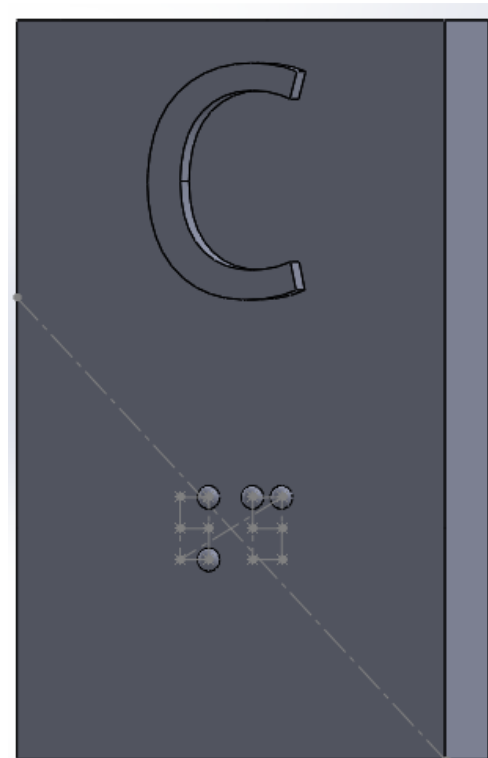
Fonte: Autoria própria

Figura 26: Modelagem 3D – Teste ABNT



Fonte: Autoria próprio

Figura 27: Modelagem 3D – Teste ABNT

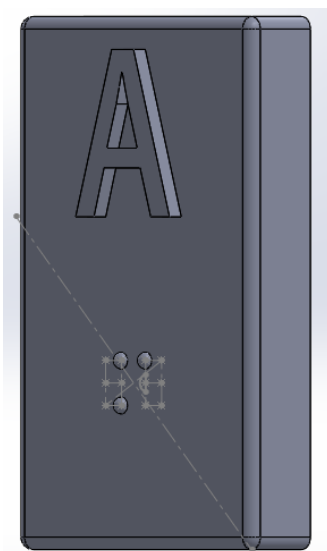


Fonte: Autoria própria

2.4.2 Segundo protótipo – Arredondando os cantos

Após o desenvolvimento e teste do primeiro protótipo, foi feita a modelagem de um segundo protótipo de peças com arredondamento nos cantos. Foram desenvolvidas três peças (A, B e C) com arredondamento de 1,5, 2 e 2,5 mm (milímetros) respectivamente no software SolidWorks 2016. Posteriormente as peças foram confeccionadas utilizando a manufatura aditiva com uma impressora 3D, o material utilizado foi o PLA (Poliamida). As figuras 28, 29 e 30 mostram peças desenvolvidas em software com os respectivos arredondamentos.

Figura 28: Modelagem 3D – Arredondando os cantos – 1,5 mm



Fonte: Autoria própria

Figura 29: Modelagem 3D – Arredondando os cantos – 2 mm



Fonte: Autoria própria

Figura 30: Modelagem 3D – Arredondando os cantos – 2,5 mm

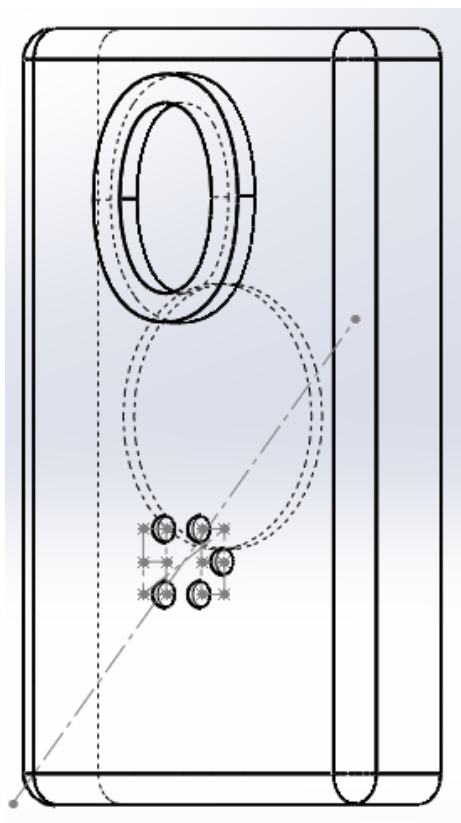


Fonte: Autoria própria

2.4.3 Terceiro protótipo – Letras e números

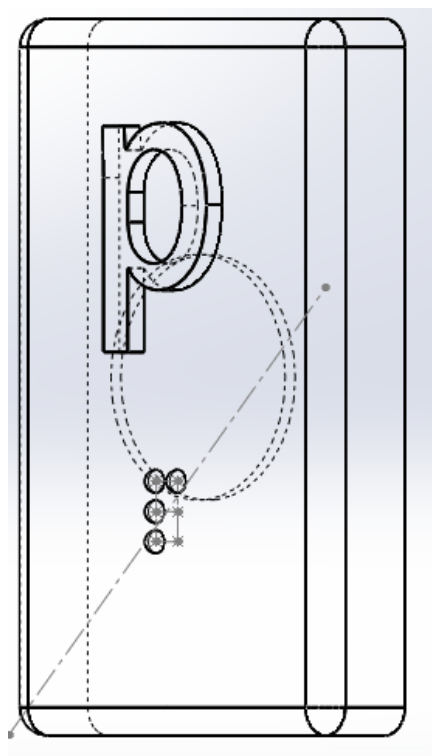
Após a finalização tanto das modelagens quanto das impressões dos protótipos anteriores, o grupo já tinha em mãos todas as características necessárias para desenvolver o modelo final das peças. No entanto, o grupo trabalhou utilizando o software SolidWorks 2016 e desenvolveu todos os modelos de peças (A-Z, a-z e 0 – 9) necessárias para utilização do projeto. Nesta modelagem 3D desenvolvida, todas as peças possuem um arredondamento de 2,5 mm (milímetros) nos cantos e uma cavidade de forma circular, cujo diâmetro é de 22 mm (milímetros) e 1,25 mm (milímetros) de altura para colocar a bobina RFID. As figuras 31, 32 e 33 mostram um exemplo das peças desenvolvidas, maiúscula, minúscula e um numeral respectivamente.

Figura 31: Modelagem 3D – Letras e números – Maiúsculas



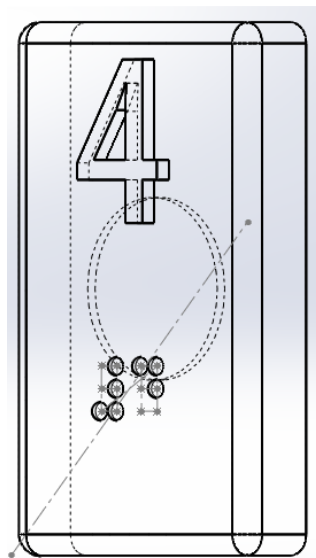
Fonte: Autoria própria

Figura 32: Modelagem 3D – Letras e números – Minúsculas



Fonte: Autoria própria

Figura 33: Modelagem 3D – Letras e números - Números



Fonte: Autoria própria

2.4.4 Extraíndo bobina RFID

Para conseguir a bobina RFID de 125KHz, o grupo teve que as extrair de chaveiros RFID utilizando um soprador térmico de ar. O grupo aquecia a superfície do chaveiro e logo em seguida removia a tampa e a bobina RFID. A figura 34 mostra os membros do grupo realizando este processo.

Figura 34: Grupo extraíndo bobina RFID

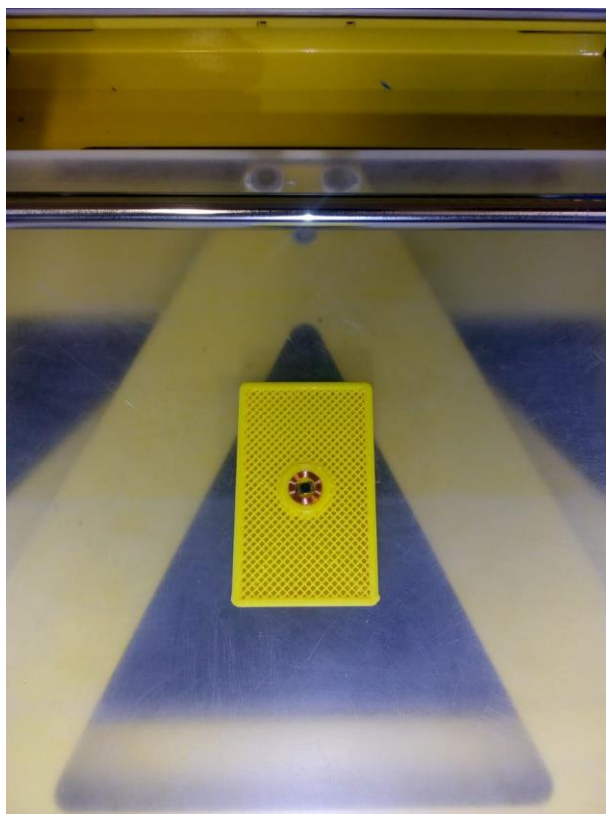


Fonte: Autoria própria

2.4.5 Inserindo bobina RFID

Para inserir a bobina RFID na cavidade circular desenvolvida nas peças, o grupo pausava a impressão em uma certa camada e deste modo inseria a bobina na cavidade, em seguida a impressão era retomada e a impressora 3D inseria material plástico (PLA) por cima da bobina e finalizava a peça. A figura 35 mostra uma peça sendo impressa com este processo sendo feito.

Figura 35: Inserindo bobina RFID



Fonte: Autoria própria

3 RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos durante o desenvolvimento do projeto.

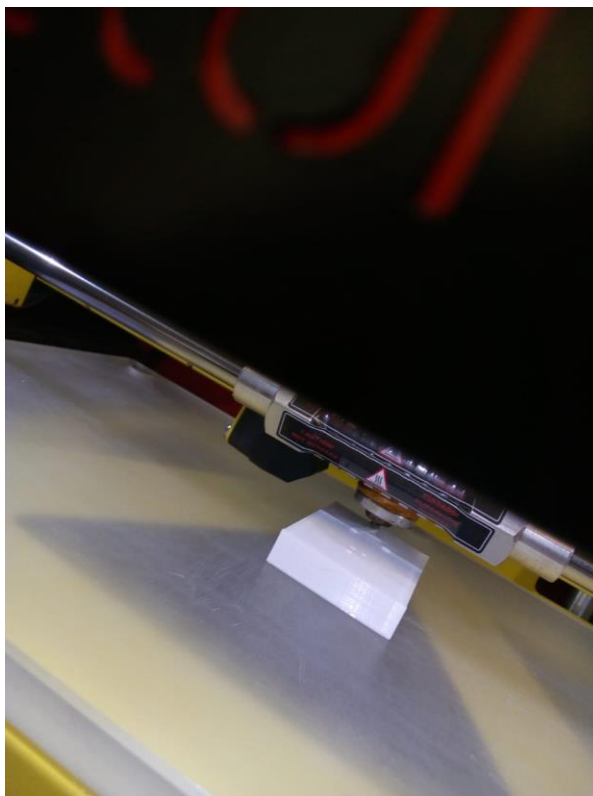
3.1 Protótipos do projeto

Durante o desenvolvimento do projeto, foram desenvolvidos diversos protótipos para o grupo conseguir desenvolver o kit de alfabetização com êxito. Os protótipos desenvolvidos serão mostrados a seguir.

3.1.1 Primeiro protótipo – Teste Norma ABNT

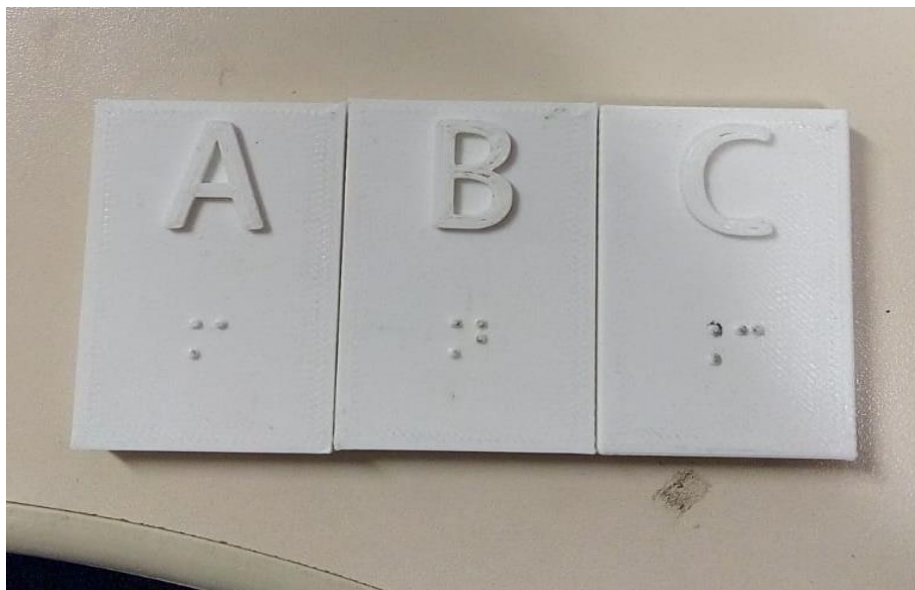
Inicialmente, o grupo desenvolveu peças para testar se a mesma se encontrava dentro da norma ABNT NBR 9050:2015, que determina a altura e o espaçamento dos relevos que formam a cela Braille. Foram impressas 3 (três) peças (A, B e C) na impressora 3DClonet ST, utilizando PLA branco. Estas peças tiveram o tamanho baseado em um peça de dominó e não possuía os cantos arredondados. A figura 36 mostra o processo de impressão e a figura 37 mostra as peças após a finalização da impressão.

Figura 36: Processo de manufatura aditiva



Fonte: Autoria próprio

Figura 37: Peças finalizadas



Fonte: Autoria própria

3.1.2 Segundo protótipo – Arredondando os cantos

Após finalizar o teste do primeiro protótipo, o grupo decidiu trabalhar em cima da dica recebida de arredondar os cantos das peças e desenvolveu 3 (três) novas peças (A, B e C) na impressora 3DCloner ST, com 3 (três) tamanhos de arredondamentos diferentes.

A peça “A” foi desenvolvida com um arredondamento de 1,5mm (milímetros), a peça “B” com um arredondamento de 2mm (milímetros) e a peça “C” com um arredondamento de 2,5mm (milímetros). A figura 38 mostra as peças após a finalização da impressão.

Figura 38: Peças com arredondamento



Fonte: Autoria própria

Com este protótipo, o grupo chegou à conclusão de que a melhor peça foi a peça “C”, cujo arredondamento é de 2,5mm (milímetros). Com esta conclusão o grupo decidiu que todas as peças (Letras maiúsculas, minúsculas e números), iriam possuir um arredondamento de 2,5mm (milímetros).

3.2 Testando o primeiro protótipo

Durante o processo de desenvolvimento do protótipo, um deficiente visual que possui cegueira congênita, participou das fases de testes das primeiras amostras. Este deficiente visual contribuiu com informações sobre a utilização e viabilidade do protótipo.

Após a análise das peças, a usuária afirmou que os modelos desenvolvidos estavam dentro da norma ABNT (NBR 9050:2015) e com um acabamento que possibilitava a leitura dos caracteres em Braille.

Durante o teste, foi comentado que os cegos encontram dificuldades durante seu processo de alfabetização devido à falta de materiais didáticos e que o desenvolvimento deste kit de alfabetização em Braille pode ser utilizado tanto por pessoas cegas ou de baixa visão. Isso motivou o grupo a dar continuidade no desenvolvimento do projeto.

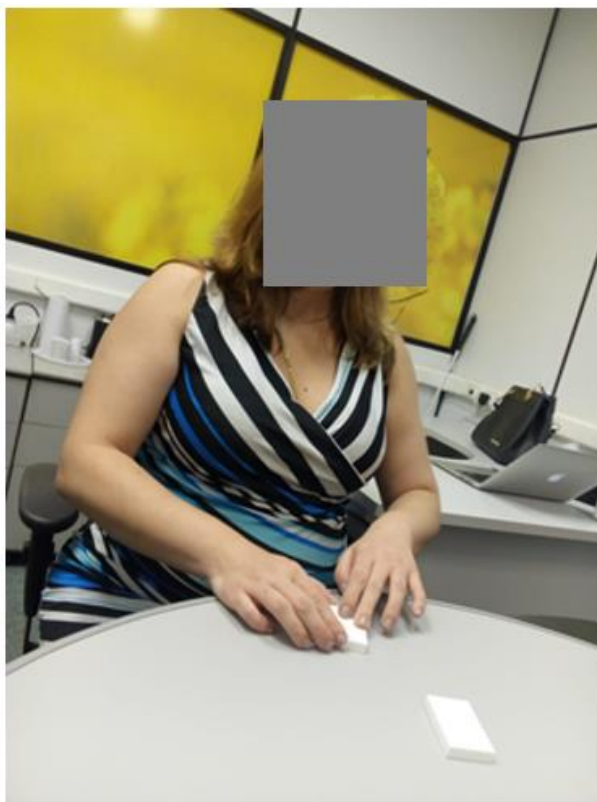
Uma das melhorias propostas foi arredondar os cantos ou bordas das peças, uma vez que, os mesmos estavam pontiagudos e incomodavam quando segurava a peça para ler a grafia Braille. As figuras 39, 40 e 41 mostram o teste sendo executado.

Figura 39: Teste do primeiro protótipo



Fonte: Autoria própria

Figura 40: Teste do primeiro protótipo



Fonte: Autoria própria

Figura 41: Teste do primeiro protótipo



Fonte: Autoria própria

3.3 Modelos de peças

Com a finalização do segundo protótipo, onde o grupo decidiu qual seria a taxa de arredondamento das peças, o grupo começou a trabalhar para desenvolver peças coloridas, utilizando cores que descem contraste. Com, isso o grupo desenvolveu o grupo desenvolveu 6 (seis) peças (A, B, C, D, E e F) com combinações de cores diferentes. A tabela 3 mostra a combinações de cores utilizadas em todas as peças e figura 42 mostra as peças finalizadas.

Tabela 3: Combinação de cores das peças

Peça	Base	Letra e Braille
A	Azul	Amarelo
B	Amarelo	Azul
C	Laranja	Cinza
D	Laranja	Verde
E	Azul Sky	Vermelho Cherry
F	Vermelho Cherry	Azul Sky

Fonte: Autoria própria

Figura 42: Peças finalizadas

Fonte: Autoria própria

Diante dessa quantidade de combinações de cores diferentes, o grupo chegou à conclusão de utilizar o modelo da peça “B” para as letras maiúsculas e para os números e o modelo da peça “F” para as letras minúsculas. As figuras 43 e 44 mostram os modelos escolhidos.

Figura 43: Modelo B



Fonte: Autoria própria

Figura 44: Modelo F



Fonte: Autoria própria

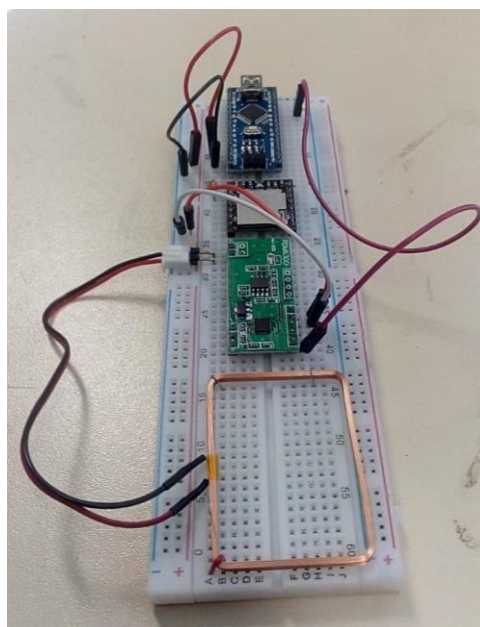
Embora tenha sido escolhido que as peças teriam cores diferentes, quando as impressões estavam sendo realizadas, o grupo percebeu que o kit não ficaria com as suas peças combinando. Deste modo, foi feita uma nova decisão e as peças ficaram iguais como o modelo da peça “B”.

3.4 Numeração das bobinas

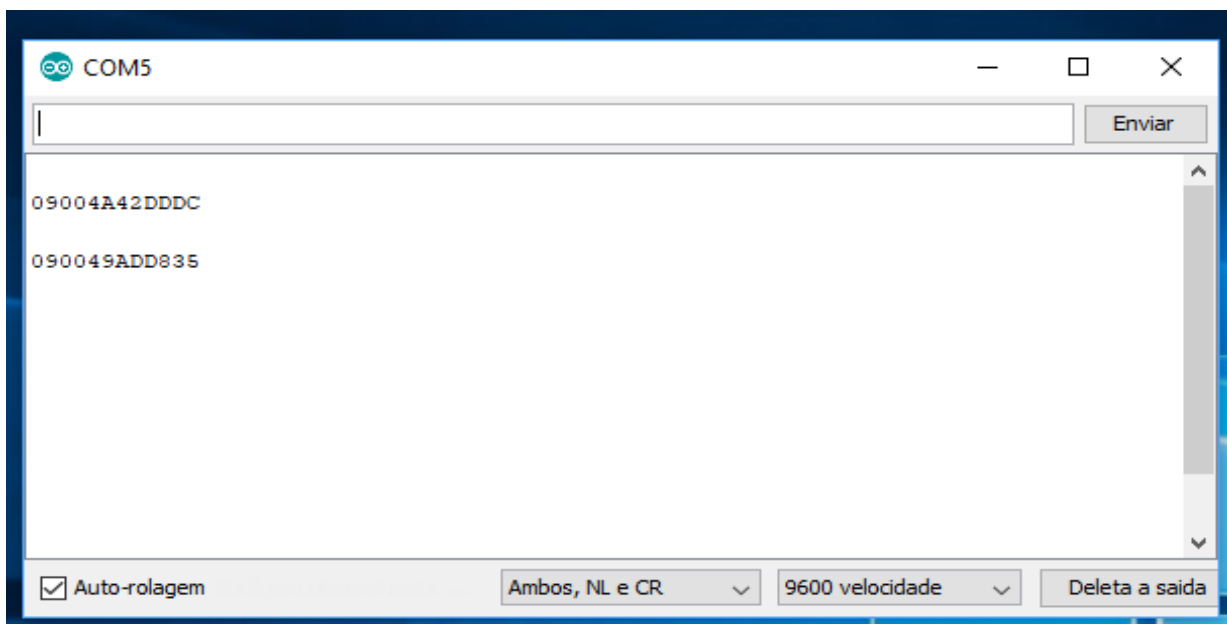
Cada bobina RFID de 125KHz utilizada no projeto, possui um “nome” que é composto por números e letras. Para programar essas bobinas e definir qual bobina pertence a qual peça, foi necessário montar um circuito onde o microcontrolador se comunicava com o módulo RDM e exibia o “nome” da bobina no Monitor Serial do software Arduino IDE.

As figuras 45 e 46 mostram o circuito montado e o Monitor Serial no Arduino IDE mostrando o “nome” da bobina identificada.

Figura 45: Circuito montado



Fonte: Autoria própria

Figura 46: Monitor Serial – Arduino IDE

Fonte: Autoria própria

3.5 Impressões dos modelos finais

Após o grupo finalizar de desenvolver os modelos finais das peças no software SolidWorks 2016, chegou a hora de imprimir os modelos com a bobina RFID para desenvolver o protótipo final, ou seja com comando de voz.

3.5.1 Números

A seguir serão apresentadas as peças numéricas desenvolvidas com manufatura aditiva utilizando uma impressora 3D (3DCloner ST). A figura 47 mostra as peças numéricas desenvolvidas. Cada peça numérica demora o entorno de 45 minutos para ser fabricada na impressora 3DCloner ST.

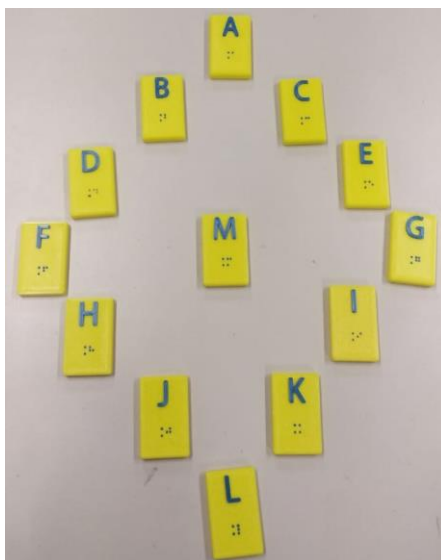
Figura 47: Peças numéricas

Fonte: Autoria própria

3.5.2 Letras Maiúsculas

A seguir serão apresentadas as peças com as letras maiúsculas desenvolvidas com manufatura aditiva utilizando uma impressora 3D (3DCloner ST). A figura 48 mostra as peças maiúsculas desenvolvidas. Cada peça maiúscula demora o entorno de 43 minutos para ser fabricada na impressora 3DCloner ST.

Figura 48: Peças maiúsculas

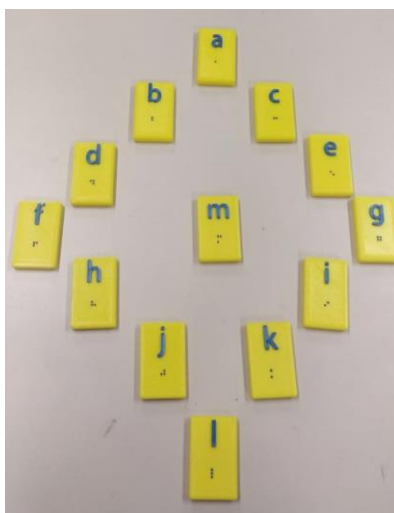


Fonte: Autoria própria

3.5.3 Letras Minúsculas

A seguir serão apresentadas as peças com as letras minúsculas desenvolvidas com manufatura aditiva utilizando uma impressora 3D (3DCloner ST). A figura 49 mostra as peças minúsculas desenvolvidas. Cada peça minúscula demora o entorno de 43 minutos para ser fabricada na impressora 3DCloner ST.

Figura 49: Peças minúsculas



Fonte: Autoria própria

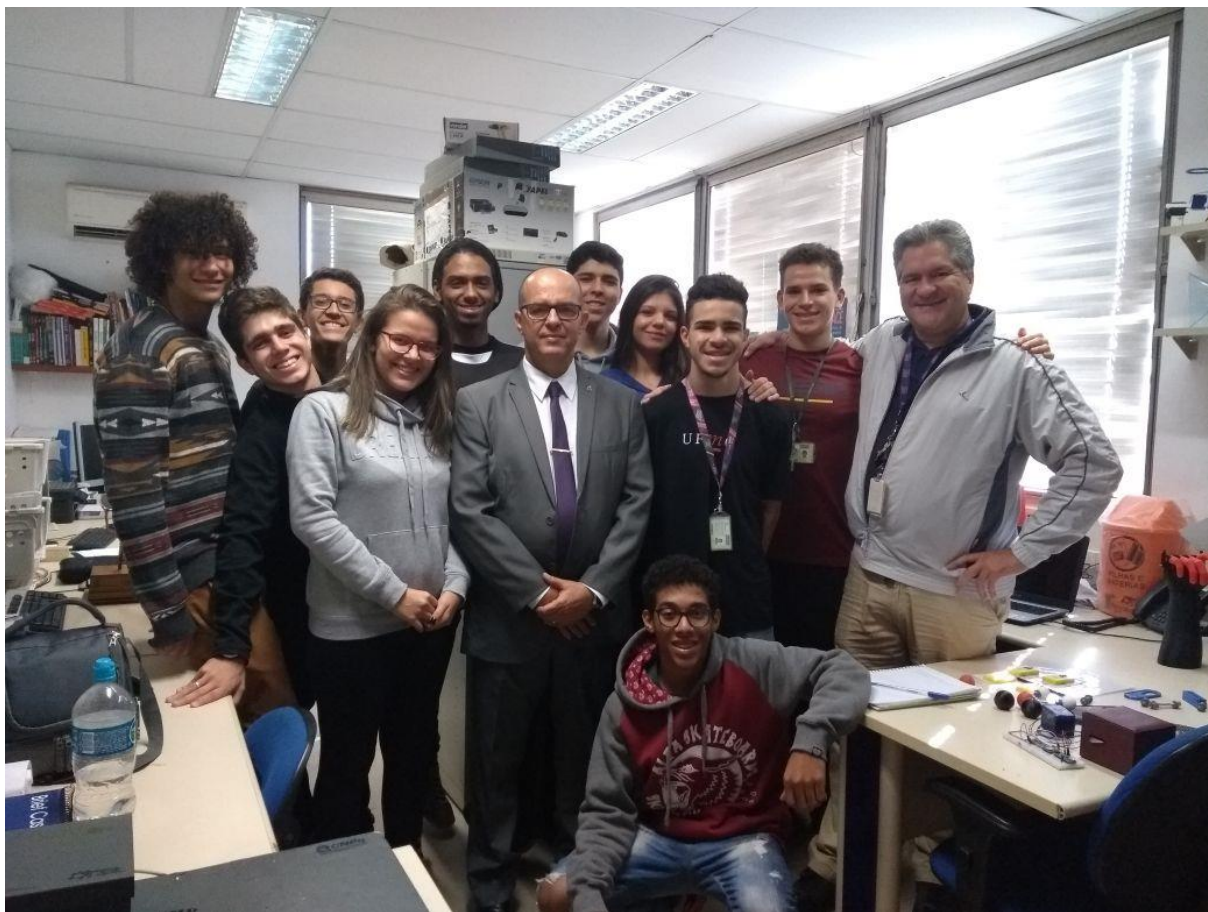
3.6 APRESENTAÇÕES EM FEIRAS DE CIÊNCIAS, ENGENHARIA E INOVAÇÃO

Durante o desenvolvimento do projeto o grupo apresentou os protótipos em algumas feiras de ciência e inovação. As apresentações extras e feiras em que o grupo apresentou serão mostradas a seguir.

3.6.1 Visita MDH

No dia 22 de maio/2018 na sala de pesquisa WASH!, o grupo teve a oportunidade de apresentar o projeto ao Coordenador-geral de TA do Ministério do Desenvolvimento Humano (MDH), Sr. José Evandro. O grupo apresentou o kit didático juntamente com os outros colegas que apresentaram seus projetos de iniciação científica. A figura 30 mostra a equipe WASH! com Sr. José Evandro. Coordenador-geral de Tecnologia Assistiva José Evandro Rodrigues Guimarães

Figura 30: Equipe WASH! com o Coordenador-geral de TA



Fonte: Autoria própria

3.6.2 I Semana de Ações Inclusivas

No dia 24 de maio/2018, o grupo apresentou os protótipos do projeto juntamente com outros alunos do IFSP Campinas no debate “Iniciativas de Desenvolvimento de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade nos Institutos Federais” no IFSP Câmpus Boituva. A figura 31 mostra o grupo no evento.

Figura 31: Grupo na I Semana de Ações Inclusivas



Fonte: Autoria própria

3.6.3 Greenk Tech Show

Durante os dias 25, 26 e 27 de maio/2018, o grupo apresentou o projeto no maior festival de tecnologia e sustentabilidade do Brasil no Pavilhão de Exposições do Anhembi na cidade de São Paulo – SP. O evento teve apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação (MCTIC), teve uma programação diferenciada, com campeonatos de games, encontro de youtuber, startups, shows matches com times de profissionais e apresentações de tecnologias. As figuras 32, 32.1 e 32.2 mostram o grupo no evento apresentando o projeto.

Figura 32: Grupo no Greenk Tech Show



Fonte: Autoria própria

Figura 32.1: Grupo no Greenk Tech Show



Fonte: Autoria própria

Figura 32.2: Grupo no Greenk Tech Show



Fonte: Autoria própria

3.6.4 CEPRE – UNICAMP

No dia 08 de junho/2018, o grupo WASH! apresentaram seus projetos para os professores e doutorandos do Centro de Estudos e Pesquisa em Reabilitação – CEPRE, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O foco das apresentações estavam no projetos desenvolvidos da área de Tecnologias Assistivas e do uso de Impressoras 3D para em projetos que envolvem a temática de TA. A figura 33 mostra o grupo com os professores e doutorandos da CEPRE, Unicamp.

Figura 33: Grupo WASH! com os professores e doutorandos da CEPRE



Fonte: IFSP Campinas

5 CONCLUSÃO

Com o trabalho ainda em desenvolvimento, o grupo conclui que conseguiu cumprir com as normas do braille ditas na NBR 9050:2015 e que o kit a baixo custo será uma importante ferramenta para auxiliar tanto os professores quanto os alunos que necessitam de se alfabetizar em braille. Os próximos passos do projeto são: Desenvolver PCB, acoplamento e melhoramento de software.

REFERÊNCIAS

ARDUINO e CIA. **Como o Módulo MP3 DFPlayer Mini.** 2017. Disponível em <<https://www.arduinoecia.com.br/2017/10/modulo-mp3-dfplayer-mini-dfrobot-arduino.html>>. Acesso em 17 de maio 2018.

_____. **Módulo Leitor RFID RDM6300 e Arduino.** 2017. Disponível em <<https://www.arduinoecia.com.br/2017/05/leitor-rfid-rdm6300-125khz-arduino.html>>. Acesso em 17 de maio 2018

BACKES, André. **Linguagem C: completa e descomplicada.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 400p.

Brasil, Ministério da Educação. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa.** Brasília: MEC, 2006.

_____. **Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille.** Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. **Braile aumenta inclusão de cegos na sociedade.** 2015. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/cidadania-e-justica/2015/01/braile-aumenta-inclusao-de-cegos-na-sociedade>>. Acesso em 02 de junho 2018.

CANEJO, Elizabeth. **Apostila Braille.** 2005. Disponível em <<http://www.lapeade.com.br/publicacoes/documentos/Apostila%20Braille.pdf>>. Acesso em 06 de maio 2018.

FILIPEFLOP. **Qual Arduino Comprar? Conheça os Tipos de Arduino.** 2014. Disponível em <https://www.filipeflop.com/blog/tipos-de-arduino-qual-comprar/?utm_campaign=e-mail_3_-_fluxo_guia_arduino&utm_medium=email&utm_source=RD+Station>. Acesso em 02 de junho 2018.

HOSPITAIS BRASIL. **Dia Nacional do Braille: alunos com deficiência visual enfrentam dificuldades de alfabetização.** 2016. Disponível em

<<http://portalhospitaisbrasil.com.br/dia-nacional-do-Braille-alunos-com-deficiencia-visual-enfrentam-dificuldades-de-alfabetizacao/>>. Acesso em 06 de maio 2018.

IBC. **O criador do sistema Braille.** 1999. Disponível em <http://www.ibc.gov.br/images/conteudo/revistas/benjamin_constant/1999/edicao-12-julho/Nossos_Meios_RBC_Revjul1999_PERFIL.pdf>. Acesso em 06 de maio 2018.

Lima, Évelyn Inácia; Costa, Jaqueline Batista de Oliveira; KLEIBIS, Augusta Boa Sorte Oliveira. **O Processo de Alfabetização em Braille da Criança com Deficiência Visual.** 2013. Disponível em <<http://www.unoeste.br/site/enepe/2013/suplementos/area/Humanarum/Educa%C3%A7%C3%A3o/O%20PROCESSO%20DE%20ALFABETIZA%C3%87%C3%83O%20EM%20BRAILLE%20DA%20CRIAN%C3%87A%20COM%20DEFICI%C3%8ANCIA%20VISUAL.pdf>>. Acesso em: 06 de maio 2018.

LORENA, Prefeitura de. **Lorena como referência e destaque no ensino em Braille.** 2017. Disponível em <<http://www.lorena.sp.gov.br/wordpress/index.php/2017/04/08/lorena-como-referencia-e-destaque-no-ensino-em-Braille/>>. Acesso em: 05 de maio 2018.

Luzia, Aline; MARSZAUKOWSKI, Fernanda. **Matemática e a Deficiência Visual.** 2000. Disponível em <<http://www.mat.uc.pt/~mat1177/web/artigomat.htm>>. Acesso em: 05 e maio 2018.

NOVA ESCOLA. **Como funciona o sistema Braille?** 2009. Disponível em <<https://novaescola.org.br/conteudo/397/como-funciona-sistema-Braille>>. Acesso em: 04 de maio 2018.

PARAGUAÇU, Prefeitura Municipal. **História do sistema Braille.** 2014. Disponível em <<http://camaradeparaguacu.mg.gov.br/escola/wp-content/uploads/2014/01/historia-Braille.pdf>>. Acesso em 04 de maio 2018.

PARANÀ, Prefeitura Municipal. **3D: imaginar, planejar e materializar**. 2018.

PROJETO ACESSO. **O código Braille**. 2013. Disponível em <<http://www.projetoacesso.org.br/site/index.php/deficiencia-visual-conceituacao/Braille>>. Acesso em 04 de maio 2018.

SIMÃO, Valdirene Stiegler. **Recursos e Estratégias para o Ensino de Pessoas com Cegueira e Baixa Visão**. 2010. Disponível em <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/05_07_2010_14.19.40.f1e04ed09e4fcd73d246a08cccf694a6.pdf>. Acesso em 06 de maio 2018.