

BRAILER, CONVERSOR DE TEXTOS PARA BRAILLE NO ARDUINO¹

Elisandro Daré²

José Antônio Oliveira de Figueiredo³

RESUMO

A deficiência visual é um problema que afeta uma grande quantidade de indivíduos em todo o mundo. O braille é o recurso para leitura e escrita tátil mais difundido entre os portadores de deficiência visual e que visa amenizar esse problema. O sistema braille pode ser otimizado para que uma parcela maior de portadores de deficiência visual possam se beneficiar dessa ferramenta, usando tecnologias simples e acessíveis para tal. Desenvolver um equipamento que auxilie a leitura de textos codificados em braille, usando a plataforma Open-source de prototipagem Arduino, contribuirá para a inserção de pessoas portadoras de deficiência visual numa sociedade cada vez mais tecnológica. O presente artigo tem por objetivo apresentar um protótipo para contribuir ao acesso digital dos portadores de deficiência visual através da demonstração de como criar um dispositivo que faça a conversão de textos para o formato braille, usando a solução de sistemas embarcados como tecnologia inclusiva.

Palavras-chave: Braille. Arduino. Tecnologia inclusiva.

1 INTRODUÇÃO

Em todo o mundo existem milhões de pessoas com alguma limitação visual que as afasta do contato com a leitura e do acesso à informação. Algumas soluções para amenizar essa condição estão sendo desenvolvidas, mas quase todas oferecem pouca facilidade de aquisição ou reprodução devido ao custo elevado e uso de tecnologia proprietária.

Uma ferramenta que torna a leitura de textos por pessoas com deficiência visual algo alcançável é o braille. O braille é a melhor e mais antiga ferramenta para leitura e escrita de textos que pessoas com deficiência visual podem usar, ele consta

¹ Artigo apresentado ao Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Câmpus Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet, na cidade de Passo Fundo, em 2015.

² Graduando em Tecnologia de Sistemas para Internet pelo IFSUL campus Passo Fundo. Email: dareelisandro@gmail.com

³ Orientador, professor do IFSUL. Email: jose.figueiredo@passofundo.ifsul.edu.br

da impressão de caracteres específicos em relevo para que textos possam ser lidos através de leitura tátil.

Esse trabalho visa desenvolver através do uso de tecnologias embarcadas de open-hardware uma ferramenta de conversão de textos, do formato digital, para a codificação que é entendida por pessoas com deficiência visual, o Braille. Ainda é pretendido incorporar a essa ferramenta algumas funcionalidades específicas como uma forma de controle da leitura, um botão de pausa, e a função de retroceder ao caractere anterior durante a leitura.

As demais partes desse artigo estão dispostas da seguinte forma: a seção dois aborda o desenvolvimento do trabalho, inicia pela abordagem do sistema Braille, sua metodologia de ensino e sua introdução no Brasil ainda na seção dois é descrito o Arduino com suas principais características de funcionamento e de seu uso. A seção três descreve a criação do projeto, engloba a criação do diagrama de casos de uso, a tecnologia usada, a criação de protótipos, a inserção do SD-CARD no projeto e os testes realizados. Por fim, na seção quatro estão as considerações finais e os trabalhos futuros.

2 DESENVOLVIMENTO

Nesta seção são detalhados os métodos e os materiais utilizados para converter arquivo texto para o formato braille, o uso de sistemas embarcados para a representação de textos nessa codificação, o hardware que foi desenvolvido para atender o que foi proposto, bem como o estudo que foi desenvolvido acerca do tema aqui exposto.

2.1 Braile

Conforme SENAI(2015), o braile é um sistema de escrita e leitura tátil para as pessoas cegas que surgiu na França em 1825, sendo o seu criador o francês Louis Braille que ficou cego, aos três anos de idade vítima de um acidente seguido de oftalmia⁴.

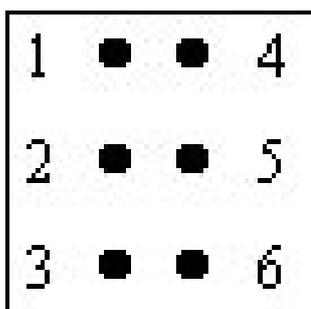
4 Oftalmia, inflamação do olho acompanhada de vermelhidão e dor de intensidade variável.

O Sistema Braille consta de seis pontos em relevo, dispostos em duas colunas de três pontos, formando um retângulo de 6mm de altura e aproximadamente 3mm de largura. Os seis pontos formam o que se convencionou chamar de "Cela Braille" é mostrada na Figura 1 juntamente com forma como os pontos que formam a cela Braille estão organizados.

Através da combinação dos pontos que formam a cela Braille entre si, são formados os caracteres do alfabeto como conhecemos, na representação braile.

O Sistema Braille compõe 63 caracteres diferentes que representam as letras do alfabeto, os números, sinais de acentuação e pontuação, a simbologia científica, musico gráfica, fonética e informática.

Figura 1 – Numeração convencional da Cela Braille



Fonte: molinsight, 2015

2.1.1 Metodologia de ensino para cegos

Os sujeitos cegos constroem significados exatamente realizando vivência auditiva, tátil, olfativa e gustativa.

Nem a criança que enxerga, nem a cega podem compreender, plenamente, a diferença existente entre seus respectivos mundos de experiência e de realidade. Aquelas que, enxergam, mal percebem, que a maior parte de suas vidas consiste em experiências visuais, empregando forma visual, tamanho, cor, luminosidade, movimento e distância espacial. Aos cegos são ensinados esses conceitos e a maneira como eles devem ser usados e com o domínio verbal destes uma paridade viável parece ter sido estabelecida entre o vidente e o cego. (CUTSFORTH, 1969, p.48).

Considerando que indivíduos cegos, podem ser mais lentos na realização de algumas atividades, por possuírem uma visão analítica de percepção tátil que

demanda mais tempo, o responsável pelo repasse de informações a esses devem considerar que eles possuem as mesmas potencialidades de aprendizagem e podem demonstrar o mesmo desempenho através do uso do sistema braile (COSTA, 2000).

O Sistema Braille é um recurso de leitura e escrita prático para o uso das pessoas que não enxergam. Para iniciar o uso do sistema braile é fundamental que a pessoa esteja apta a movimentar os dedos com certa precisão e coordenação, e para realizar a leitura de textos neste sistema devem ser orientados a utilizar os dedos indicadores como a principal referencia. (COSTA, 2000).

O funcionamento da escrita para cegos não poderia ser outro, no qual o próprio escrevedor não pudesse ler o que está escrito. Por isso a escrita em braile é o sistema mais apropriado para pessoas cegas. (MOSQUERA, 2012).

Portadores de deficiência não vivem num mundo a parte. Eles integram com o meio e precisam se sentir integrados à sociedade, sendo a alfabetização a melhor ferramenta de inclusão, e pode-se considerar o sistema braile a melhor ferramenta. (MOSQUERA, 2012).

A educação do deficiente visual teve início com a criação da primeira escola destinada a educação dos cegos, em Paris, no ano de 1784, por Valentin Haüy, como afirma o site LERPARAVER. Nesta época, os métodos de ensino consistiam em fazer os alunos repetirem a explicação e textos ouvidos. Os poucos livros existentes permitiam a leitura suplementar, pois o sistema oficial baseava-se na reprodução das letras convencionais fortemente marcadas no papel, inviabilizando qualquer forma de escrita. Ainda conforme o site LERPARAVER, em 1825, com o surgimento do Sistema Braille, torna-se possível a comunicação escrita e lida entre os deficientes visuais, que a partir desse momento podiam expressar-se e interagir com a informação. Mesmo não tendo o reconhecimento dos seus contemporâneos, Louis Braille (França, 1809-1852) trouxe para os cegos à liberdade da escrita, cujo sistema tem substituído com total eficiência a palavra impressa em tinta ou manuscrita. Sua morte ocorrida em 1852 deixou-nos a certeza de que sua obra não havia sido em vão, pois mesmo tendo perdido a visão aos 5 anos não desistiu de lutar pelo bem-estar dos cegos, deixando um legado para toda a humanidade. No Brasil, primeiro país da América Latina a adotar o Sistema Braille, trazido por José

Álvares de Azevedo, o Braille ainda resiste às tentativas de substituição pela informação via áudio, que pode facilmente atuar como recurso facilitador ao ensino do Braille, complementando o aprendizado, porém nunca como uma ferramenta para a substituição da escrita pontográfica. Ao contrário do que muitos acreditam, o Braille não é uma linguagem própria do deficiente visual. O Braille é o meio natural de leitura e escrita para os cegos, porém, acessível para toda a humanidade.

2.1.2 Braille no Brasil

Segundo Instituto Benjamin Constant (IBC, 2015), o Brasil foi o primeiro país da América Latina a adotar o Sistema, em 1854. O ensino do braille foi introduzido em nosso território por um brasileiro chamado José Álvares de Azevedo, que nasceu cego e estudou pelo método Braille na França. Porém, o patrono da educação de cegos no Brasil faleceu aos vinte anos, seis meses antes da inauguração da primeira escola de cegos fundada por ele, no Rio de Janeiro. Enfim, a introdução total do braille foi então sendo feita através das adaptações necessárias a cada língua ou dialeto, de uma forma desordenada.

A primeira escola para cegos fundada no Brasil foi o Instituto Imperial dos Meninos Cegos, inaugurada e aprovada por Dom Pedro II, hoje o Instituto Benjamin Constant.

2.2 Arduino

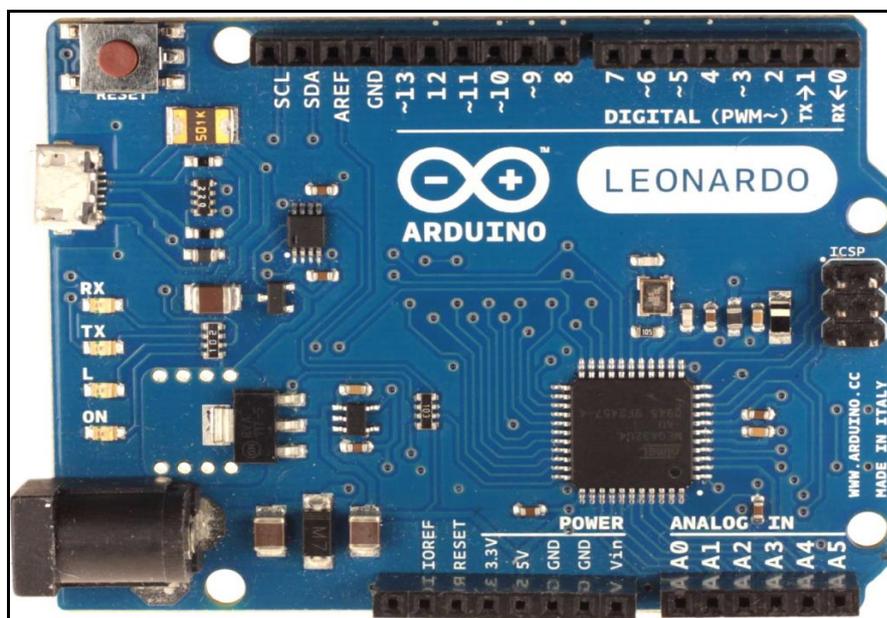
Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, projetado com microcontrolador⁵ Atmel AVR de placa única, ele tem suporte de entrada/saída embutido e apresenta uma linguagem padrão de programação, a qual tem origem *Wiring*, e é essencialmente C/C++. O objetivo do projeto é criar ferramentas que são acessíveis, com baixo custo, flexíveis e fáceis de usar.

JUSTEN(2015) afirma que “Arduino é um projeto que engloba software e hardware e tem como objetivo fornecer uma plataforma fácil para prototipação de

5 Microcontrolador é um computador dentro de um chip, contendo processador, memória e periféricos podendo ser programado para executar funções específicas.

projetos interativos, utilizando um microcontrolador”. Na Figura 2 é mostrada uma foto do hardware do Arduino Uno.

Figura 2 – Hardware Arduino



Fonte: Techtudo, 2015.

O Arduino pode ser usado para o desenvolvimento de objetos interativos independentes, ou ainda para ser conectado a um computador hospedeiro, a uma rede, ou até mesmo à internet para o recebimento e envio de dados e atuar sobre eles.

Conforme MCROBERTS (2011), a maior vantagem do Arduino sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a facilidade de sua utilização; pessoas que não são da área técnica podem, rapidamente, aprender o básico e criar seus próprios projetos em um intervalo de tempo relativamente curto (Arduino Básico, 2011, p.22).

2.2.1 Núcleo CPU

O núcleo de processamento de uma placa Arduino é um microcontrolador, uma CPU, um computador completo, com memória RAM, memória de programa

(ROM), uma unidade de processamento de aritmética e os dispositivos de entrada e saída.

2.2.2 Entradas e saídas

Entradas e saídas são basicamente os pinos do microcontrolador do Arduino que recebem e enviam dados para a comunicação com o mundo externo através de sensores e atuadores.

Todos os pinos digitais e os analógicos possuem mais de uma função. Os pinos podem ser de entrada ou de saída, alguns podem servir para leituras analógicas e também como entrada digital. As funções são escolhidas pelo programador, quando escreve um programa para a sua placa. Na placa do Arduino, os pinos úteis do micro controlador são expostos aos usuários através de conectores fêmea (com furinhos) onde podem ser encaixados conectores para construir o circuito externo à placa do Arduino (ERUS, 2012).

2.2.3 Entradas digitais

Leem o valor de tensão aplicada nos pinos de entrada do Arduino, trabalha com valores de 0 e 5 volts, nível lógico “baixo” ou “alto”.

2.2.4 Entradas analógicas

As entradas analógicas podem ler qualquer valor entre 0 e 5 volts. O Arduino possui 6 entradas analógicas disponíveis.

2.2.5 Saídas digitais

Saída digital é um pino de saída que libera 0 ou 5 volts conforme programado.

2.2.6 Pinos com funções especiais

Conforme artigo do minicurso sobre Arduino da equipe de robótica da Universidade Federal do Espírito Santo (ERUS, 2012) existem pinos do Arduino que possuem características especiais, que podem ser usadas efetuando as configurações adequadas através da programação. São eles:

- PWM: Tratado como saída analógica, na verdade é uma saída digital que gera um sinal alternado (0 e 1) onde o tempo que o pino fica em nível 1 (ligado) é controlado. É usado para controlar velocidade de motores, ou gerar tensões com valores controlados pelo programa. Pinos 3, 5, 6, 9, 10 e 11.

- Porta Serial USART : Podemos usar um pino para transmitir e um pino para receber dados no formato serial assíncrono (USART). Podemos conectar um módulo de transmissão de dados via bluetooth por exemplo e nos comunicarmos com o Arduino remotamente. Pinos 0 (rx recebe dados) e pino 1 (tx envia dados). Comparador analógico: Podemos usar dois pinos para comparar duas tensões externas, sem precisar fazer um programa que leia essas tensões e as compare. Essa é uma forma muito rápida de comparar tensões e é feita pelo hardware sem envolver programação.

- Pinos 6 e 7 Interrupção Externa: Podemos programar um pino para avisar o software sobre alguma mudança em seu estado. Podemos ligar um botão a esse pino, por exemplo, e cada vez que alguém pressiona esse botão o programa rodando dentro da placa é desviado para um bloco que você escolheu. Usado para detectar eventos externos à placa.

- Pinos 2 e 3 Porta SPI: É um padrão de comunicação serial Síncrono, bem mais rápido que a USART. É nessa porta que conectamos cartões de memória (SD) entre outros dispositivos. Pinos 10 (Chip Select, SS), 11 (Master Out Slave In, MOSI), 12 (Master In Slave Out, MISO) e 13 (Signal Clock, SCK).

3 PROJETO

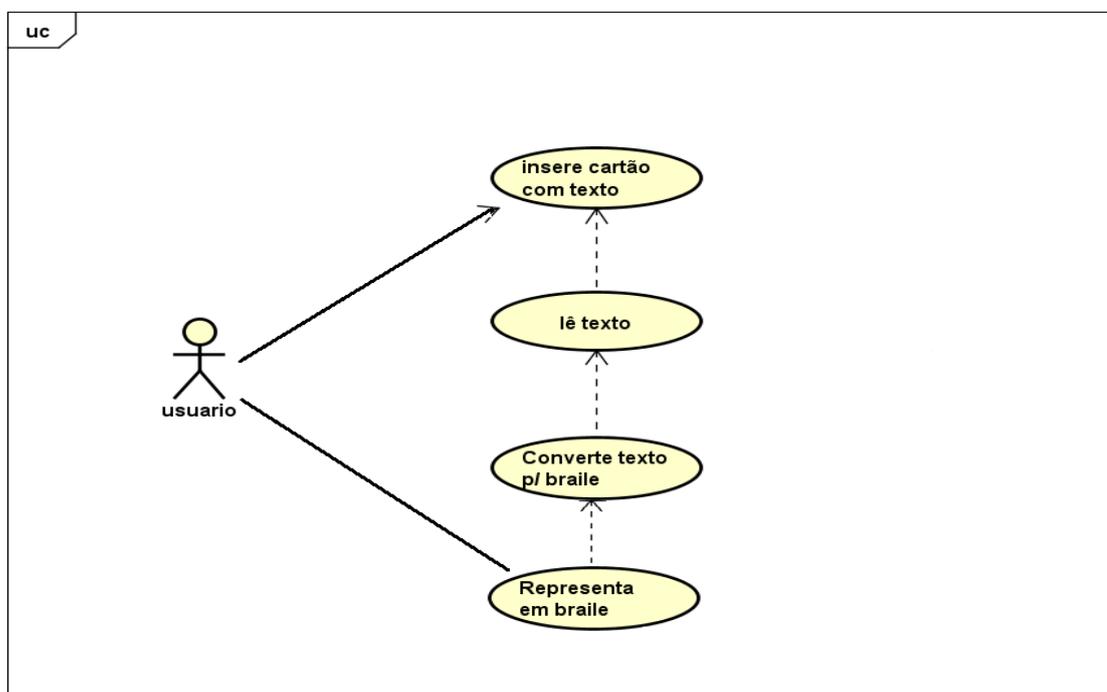
Nessa seção será detalhado o que foi necessário para a realização do projeto, os materiais usados para o desenvolvimento do protótipo, o hardware que interpreta o código e faz a saída dos dados lidos, como foi criado a cela braille de leds que auxiliou na interpretação dos resultados e também o código desenvolvido para o controle do Arduino e da conversão do texto.

3.1 Diagrama casos de uso

O diagrama da Figura 3 representa os casos de uso entre o usuário e o sistema de hardware e software propostos, ele demonstra o fluxo de informações

desde a entrada de texto para a transformação para Braille até sua representação na cela Braille construída.

Figura 3 – Diagrama de Casos de Uso



Fonte: do autor, 2015.

O usuário do sistema insere cartão de memória contendo o texto a ser transformado para Braille, o sistema lê o texto caractere a caractere e o testa através de comparação para saber qual o caractere deve ser representado na cela braille, então o texto convertido é mostrado na cela para o usuário através do acionamento de portas de saída feitas pelo Arduino.

3.2 Tecnologia usada

O protótipo é baseado em tecnologia embarcada, usa o Arduino para o controle de execução do código e para o acionamento dos pontos da cela braille. O código desenvolvido é todo baseado em C/C++ que é a linguagem do Arduino. Neste item pode-se destacar o uso do cartão de memória, o uso dessa tecnologia contribuiu em muito para facilitar o armazenamento dos textos que o usuário irá ler bem como a troca do conteúdo desses textos, sendo necessário apenas conectar o

cartão de memória em um computador para fazer sua edição ou troca através de um simples editor de textos.

Para usar o protótipo deve-se armazenar um texto qualquer no formato texto plano dentro de um arquivo com o nome *test.txt* e salvar o mesmo na raiz de um cartão de memória. Depois inserir o cartão no módulo SD-CARD do Arduino e conectá-lo a uma fonte de energia. Para iniciar, basta pressionar o botão de controle de execução de leitura.

3.3 Protótipo

Foi desenvolvido um protótipo a fim de testar as funcionalidades do sistema. Para isso foi criada uma *cela de leds*, que tem por finalidade demonstrar se a sequência de acionamento das portas do Arduino está correta e assim validar a conversão de texto que é executada pelo código desenvolvido.

Os equipamentos que foram utilizados no protótipo e seus respectivos valores podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Custo dos Equipamentos do Protótipo Brailer.

Equipamentos	Quantidade	Valor R\$
Placa Arduino	1	120,00
Módulo SD-CARD	1	52,00
Cartão de memória 8GB	1	25,00
Resistor	6	1,00
Microsolenóides	6	18,00
Leds	6	3,00
Total		219,00

Fonte: autor 2015.

Basicamente o protótipo consta de 6 microsolenóides agrupadas em duas colunas formadas por 3 microsolenóides, e um botão de controle que serve para controlar o fluxo de caracteres que são enviados para a *cela braille*. Cada bobina representa um caractere braille e conforme a combinação das mesmas pode-se formar todo o alfabeto braille. Quando o botão de controle está pressionado executa no código a função de comparação e amostragem do caractere em braille, e quando está solto interrompe essa função até ser pressionado novamente, funcionando

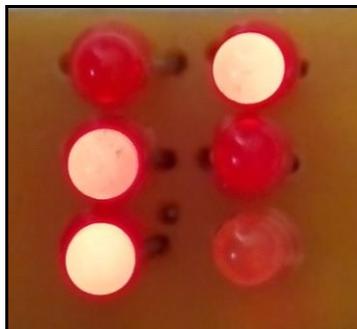
como uma pausa. A ideia principal do protótipo é poder representar o caractere braille da mesma forma que se o leitor estivesse usando um texto impresso em papel que foi escrito através de uma impressora braille de relevo.

3.3.1 Cella Braille de leds

A Cella Braille de leds é uma forma genérica de representar os caracteres lidos através de uma representação luminosa, ela é composta por 6 leds dispostos em duas colunas onde cada coluna é composta por 3 leds. A cela de leds simula uma cela braille convencional que é formada por pontos em relevo. Cada led da cela representa um caractere na linguagem braille, através da combinação de acionamento dos leds são formados os caracteres em braille.

O seu uso auxilia na correção de possíveis erros e identificação de falhas que possam ocorrer na criação da cela braille eletromecânica. Na Figura 4 pode ser vista a cela de leds e a representação do caractere “S” em braille através da mesma.

Figura 4 - Cella Braille em led



Fonte: autor, 2015.

3.3.2 Sd-card

No início do projeto pensou-se em desenvolver um mecanismo que faria a conversão de texto através do recebimento de dados de uma interface entre o usuário e o sistema, mas com o desenrolar do mesmo ficou mais claro que desenvolver uma aplicação que fosse independente do uso de um computador em tempo real para fazer o recebimento dos dados teria maior proveito, sendo assim foi adicionado ao projeto o uso de SD-CARD (cartão de memória) o qual armazenaria o texto que o usuário queira ler, oferecendo a possibilidade do uso do sistema em

qualquer lugar sendo necessária apenas uma conexão elétrica para ligação do dispositivo.

Para incorporar essa funcionalidade ao projeto foi necessária a aquisição de um módulo SD-CARD para o Arduino, o mesmo é um modelo genérico que funciona em qualquer modelo de placa de Arduino sendo necessário ligar alguns pinos entre o módulo e o Arduino para fazer a comunicação e a troca de dados entre os mesmos. No Arduino existem pinos com funções especiais, como está descrito no referencial teórico na seção 2.2.6 Pinos com funções especiais, que podem ser usados para comunicação externa ou com outras placas de sensores ou atuadores desenvolvidos para o uso com o mesmo. Foi através da Interface Serial de Comunicação(SPI), que é um conjunto desses pinos(pinos 11 e 12 que são os pinos de envio e recebimento de dados; pino 13 SCK que controla o clock de sincronização para o envio dos dados; pino 10 SS que seleciona o chip para comunicação) que foi feita a comunicação com o módulo SD-CARD que armazena o texto a ser convertido.

Para a manipulação dos dados que estão no SD-CARD foi usada uma biblioteca⁶ pronta para o Arduino que oferece algumas funcionalidades para a manipulação de arquivo texto.

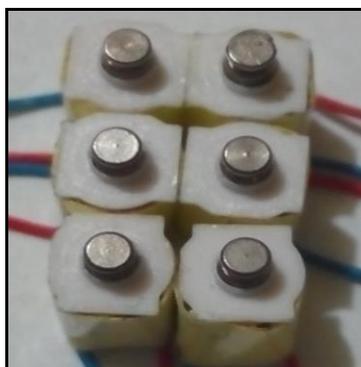
3.3.3 Cella eletromecânica

A cela eletromecânica é formada por microsolenóides que são bobinas eletromagnéticas, essas bobinas possuem um embolo de ferro que é atraído para o interior da mesma quando é aplicada uma tensão sobre ela. Essas bobinas são controladas pelo Arduino através do acionamento de suas portas de saída com apoio de um circuito amplificador de corrente auxiliar, conforme a conversão do texto é feita essas bobinas são energizadas movimentando uma haste que está fixa ao embolo dessas bobinas, assim é criado um relevo a cima de da superfície onde será feita a leitura do caractere braille, e dessa forma o leitor consegue identificar qual o

⁶ SD.h, biblioteca pronta para manipulação de dados de SD-CARD. Link para referência: <https://www.arduino.cc/en/Reference/SD>

caractere está sendo representado. Na Figura 5 é mostrada a cela braille eletromecânica.

Figura 5 - Cela Braille eletromecânica



Fonte: autor, 2015.

3.3.4 Firmware

Foi desenvolvido um firmware⁷ que está armazenado dentro do microcontrolador do Arduino e ele é quem faz todas as instruções de controle, como acionamento de portas do Arduino, estabelecimento da comunicação com o módulo SD-CARD e ainda a lógica para a conversão de texto. Na Figura 6 é descrito um trecho de código onde são mostrados os passos que o firmware executa desde a localização do arquivo que contém o texto até a conversão do caractere lido.

Figura 6 - Trecho do firmware

```
myFile=SD.open("test.txt");  
while (myFile.available()) {  
  while (digitalRead(botao)!=LOW){  
    tmp = myFile.read();  
    Serial.println(tmp);  
    caractere=tmp;  
    switch(tmp){  
      case 'a':  
        digitalWrite(brailePin1, HIGH);  
        break;
```

Fonte: autor. 2015

⁷ **Firmware** é o conjunto de instruções operacionais programadas diretamente no hardware de um equipamento eletrônico.

3.4 Testes

A validação do funcionamento do sistema proposto foi baseada em testes comparativos, onde os caracteres traduzidos do texto contido no SD-CARD eram comparados através da sinalização de leds com a representação do alfabeto em braille. Os testes executados foram bem sucedidos mostrando que o sistema é eficaz e cumpre os requisitos para conversão do texto.

Pretende-se validar o funcionamento do protótipo com usuários do sistema braille, uma vez que o melhor teste é o uso por uma pessoa que apresente deficiência visual e que use o braille como ferramenta de leitura de textos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal foi criar um mecanismo eficaz baseado em hardware livre e de fácil implementação e ele foi alcançado. O protótipo desenvolvido teve funcionamento satisfatório, ele consta de uma cela braille eletromecânica onde são representados os caracteres no alfabeto braille, esse protótipo conta também com a funcionalidade de pausar a leitura do texto, como era pretendido. A funcionalidade de retrocesso não foi implementada por falta de tempo hábil e por não afetar significativamente o funcionamento do protótipo, já que é feito um controle do tempo de representação do caractere na cela através do firmware desenvolvido.

A criação de uma cela de leds foi muito proveitosa do ponto de vista da solução de erros de código e da pré-visualização de como seria o funcionamento do protótipo para conversão de textos para Braille.

A cela construída com bobinas precisa alguns ajustes em sua forma para adequar ao tamanho padrão de uma cela braille.

Como trabalho futuro pretende-se incluir função de retrocesso de leitura, que auxiliará no melhor entendimento do caractere mostrado na cela caso o mesmo não seja entendido pelo usuário. Almeja-se também ampliar os formatos de textos que possam ser interpretados para o sistema braille com o uso desse dispositivo, ainda a adição de dispositivos visuais como um display LCD para que pessoas que não possuem deficiência visual, mas que queiram aprender a linguagem braille, consigam assimilar de uma forma mais fácil o caractere representado nesse formato.

ABSTRACT

The visual impairment is a problem that affects a large number of individuals worldwide. Braille is the ability to read and more widespread tactile writing between the visually impaired and which aims to alleviate this problem. The braille system can be optimized so that a larger portion of visually impaired can benefit from this tool, using simple and affordable technologies to do so. Develop equipment that helps the reading of texts encoded in braille, using the Open-source Arduino prototyping platform will contribute to the integration of people with visual impairment in an increasingly technological society. This article aims to present a prototype to contribute to the digital access of the visually impaired by demonstrating how to create a device that makes the conversion of texts into Braille format, using a system solution embedded as inclusive technology.

Keywords: Braille. Arduino. Inclusive technology.

REFERÊNCIAS

COSTA, Jane A. **Adaptando para Baixa Visão**. Brasília: MEC, SEESP, 2000.

CUTSFORTH, Thomas D. **O cego na escola e na sociedade**: um estudo psicológico. Edição mimeografada. Curitiba: Fundação para o Livro do Cego no Brasil, 1969.

ERUS. **Mini curso de Arduino**. Disponível em:
<http://www.inf.ufes.br/erus/arquivos/ERUS_minicurso%20arduino.pdf> Acesso em: 30 mai. 2015.

IBC - INSTITUTO BEIJAMIN CONSTANT. **O sistema Braille no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibr.gov.br/?itemid=10235>> Acesso em: 10 abr. 2015.

JUSTEN, Álvaro. **Curso de Arduino**. Disponível em:
<<http://www.cursodearduino.com.br/apostila/apostila-rev4.pdf>> Acesso em: 17 jun. 2015.

LERPARAVER. **A Invenção do Sistema Braille**. Disponível em:
<http://www.lerparaver.com/braille_invencao.html> Acesso em: 14 jun. 2015.

MCROBERTS, Michael. **Arduino básico** [tradução Rafael Zanolli]. -- São Paulo : Novatec Editora, 2011.

MOLINSIGHT. **Sistema Braille**. Disponível em:
<http://www.molinsight.net/ecegam/ecegam_braille.htm> Acesso em: 10 set. 2015.

MOSQUERA, Carlos Fernando França. **Deficiência visual na escola inclusiva**. Curitiba: Intersaberes, 2012.

SENAI. **História do Sistema Braille**. Disponível em:
<<http://www.senai.br/braille/historia.htm>> Acesso em: 17 mai. 2015.

TECHTUDO. **Aduino ou Raspberry Pi? Saiba qual micro PC é melhor para seu projeto**. Disponível em:
<<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/04/arduino-ou-raspberry-pi-saiba-qual-micro-pc-e-melhor-para-seu-projeto.html>> Acesso em: 10 abr. 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Esquema para construção do hardware do protótipo

