

# TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA LEITURA DE TEXTO DIGITAL NO MÉTODO BRAILLE

FERNANDES, Kelry Azevedo<sup>1</sup>  
RODRIGUES, Roney Braz<sup>1</sup>  
RAMOS, Celso de Ávila<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bacharel em Ciência da Computação, Univerdiade José do Rosário Vellano – UNIFENAS

<sup>2</sup>Mestre em Ciência da Computação, Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS

## RESUMO

Com o crescimento constante de dispositivos que agora se conectam a internet surgiu o conceito de “Internet das Coisas”, que exigiu o desenvolvimento de várias formas de gerenciamento. Neste projeto será discutido sobre os métodos e recursos computacionais utilizados na realização de estudos voltados para inclusão social de pessoas com deficiências visuais, com o objetivo de desenvolver um sistema capaz de traduzir textos para o Braille. Para tanto, foi utilizada a plataforma Arduino, juntamente com sua interface de comunicação IDE, solenóides, entre outros materiais. Os textos digitais serão transformados em células Braille e enviados através de comandos para os atuadores que adaptado em um mouse para oferecer mais apoio durante a leitura da matriz de micro-rele personalizado com equipamento que possibilitou o perfeito funcionamento desses atuadores na criação da célula Braille. O sistema poderá ser utilizado em áreas diversas como Educação, lazer, saúde, artes, possibilitando a inclusão de pessoas com deficiências visuais no meio tecnológico, o equipamento torna-se viável pelo seu baixo custo e possibilidade de ser adaptado e modelado de diversas formas. Espera-se que esse material possa ser uma base para novos projetos, sendo integrado com a internet atuando como Gadget.

## ABSTRACT

With the steady growth of devices that now connect the internet emerged the concept of "Internet of things", which required the development of various forms of management. This project will be discussed about the methods and computer resources used to carry out studies aimed at social inclusion of people with disabilities, with the aim of developing a system capable of translating texts into Braille. To this end, we used the Arduino platform, along with your communication interface IDE, solenoids, among other material. Digital texts will be transformed into Braille cells and sent through commands to the actuators that adapted into a mouse to offer more support during the reading of the micro-rele array with custom equipment that enabled the perfect functioning of these actuators in the creation of the Braille cell. The system can be used in different areas such as Education, recreation, health, arts, enabling the inclusion of visually impaired people in the Middle, the equipment becomes

feasible for your low cost and ability to be adapted and modeled in several ways. It is expected that this material can be a base for new projects, being integrated with the internet acting as a Gadget.

## PALAVRAS-CHAVE

Arduino; Internet das Coisas; Microcontrolador; Inclusão Social

## KEYWORDS

Arduino; Internet of Things; Microcontroller; Social inclusion

## 1 INTRODUÇÃO

Hoje, a tecnologia está presente em todas as áreas, tornando as empresas cada vez mais dependentes e o mercado moderno mais específico. Ininterruptamente, utilizamos ferramentas desenvolvidas para favorecer nossas atividades cotidianas, facilitando nosso desempenho em determinadas funções.

A “Tecnologia Assistiva” - é utilizada para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e promover vida independente e inclusão. Acredita-se que as pessoas com necessidades especiais podem ser incluídas no meio tecnológico, sendo assim a tecnologia deve, portanto, ajustar-se às necessidades de cada indivíduo [1].

Com o crescimento do fenômeno IoT (Internet of Things) no cenário acadêmico e industrial, observou-se uma oportunidade de agregar alguns conceitos de ergonomia, que é uma ciência que estuda a relação de adaptação do “meio” ao “indivíduo”, agregando às pessoas com deficiências visuais mais possibilidades, tendo como

consequência o aumento de oportunidades em estarem conectadas e inclusas a esse mundo tecnológico.

O Braille é utilizado mundialmente na leitura e na escrita por pessoas cegas. Foi inventado na França por Louis Braille, um jovem cego, no ano de 1825 [2]. Em 1854, o Braille foi adotado no Brasil, com a criação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos, hoje Instituto Benjamin Constant. Com a reforma ortográfica da língua Portuguesa, o Braille sofreu algumas modificações. As alterações se deram por professores, técnicos especializados e instituições ligadas à educação, onde produziram vários livros em Braille [3].

Na língua portuguesa, quase todos os sinais seguem o Braille original, com exceção de alguns sinais que são exclusivos da língua Portuguesa, como vogais acentuadas, e outros símbolos. Na década 1940 surgem os primeiros computadores, embora na maioria das vezes realizassem tarefas específicas, mas eram fisicamente grandes para serem considerados um Sistema Embarcado.

Do inglês Embedded System, o sistema embarcado é também conhecido como sistema embutido. Desenvolvido para ser um computador completo, independente e encapsulado em um circuito [4]. Com o propósito de ser um sistema simples que realizava funções específicas, o primeiro sistema embarcado reconhecido foi o Apollo Guidance Computer, um computador de bordo que controlava o Módulo Lunar Apollo.

Em 1961 começava a produção em massa dos computadores guia dos mísseis nucleares LGM-30 Minuteman, míssil balístico intercontinental nuclear dos Estados Unidos, que teve grande importância histórica, pois foi primeiro sistema embutido produzido em massa [4]. Desde a década 1960, com as primeiras aplicações dos sistemas embarcados, os preços reduziram e o poder de processamento teve uma melhora significativa.

Em 1978 foram lançadas as normas para os microcontroladores programáveis pela associação

National Engineering Manufacturers Association (NEMA), que definia os padrões de produtos elétricos. “Um controlador programável é um aparelho eletrônico digital que contém uma memória programável para armazenamento de instruções que são utilizadas para implementar funções específicas, tais como lógica, seqüenciamento, temporização, contagem e aritmética, com o objetivo de controlar máquinas e processos.” [5]

Com a integração de vários componentes externos no mesmo chip de processador, no meado de 1980 surgem os circuitos integrados microcontroladores, e na difusão os Sistemas Embarcados.

ASCII é um padrão de codificação do computador para os caracteres alfanuméricos do alfabeto latino. O padrão ASCII estabelece uma correspondência entre uma representação binária dos caracteres, símbolos ou sinais que compõem o mesmo. Por exemplo, o caractere "a" está associado a "01100001" e "A" com "01000001".

O ASCII permite que todos os tipos de máquinas armazenem, analisem e comuniquem informações textuais. Em particular, quase todos os computadores pessoais e estações de trabalho usam codificação ASCII. ASCII é muitas vezes complementado por correspondências adicionais para permitir a codificação do computador de outros caracteres, como caracteres acentuados. Este padrão é chamado ISO-8859 e está disponível, por exemplo, no ISO-8859-1 quando ele se estende ASCII com caracteres acentuados da Europa Ocidental.

Existem outros padrões, como o Unicode, por exemplo, que têm a vantagem de oferecer uma versão unificada das várias codificações de caracteres que completam ASCII, mas também de permitir a codificação de caracteres diferentes dos do alfabeto latino. Esta tabela é a junção da tabela ASCII Normal (32 a 127), tabela dos Caracteres de Controle (0 a 31) e a tabela ASCII Estendida (128 a 255).

## 2 METODOLOGIA

O projeto visa à utilização de recursos com baixo custo e a reutilização de materiais. Abordando metodologia ágil, o projeto foi dividido em Sprints, ou seja, dividindo o processo em vários protótipos de menor complexidade.

Foram estabelecidas as seguintes etapas:

Primeira Sprint:

- Construir um protótipo usando um NodeMCU ESP8266e LEDs;
- Codificação de textos para ASCII;
- Definir os pontos das células Braille baseado no valor ASCII;
- Definir regras de leitura em Braille;
- Realizar testes usando monitor serial do Arduino IDE, para obter os textos;
- Imprimir os resultados nas LEDS.

Segunda Sprint:

- Atualizar o protótipo para um Arduino MEGA e Micro Relê Push Pull;
- Realizar testes usando monitor serial do Arduino IDE, para obter os textos;
- Imprimir os resultados na célula de Micro Relê Push Pull.

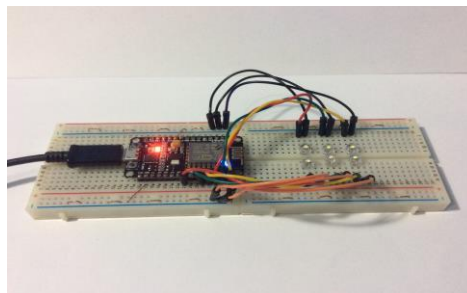
Terceira Sprint:

- Refinamento da Segunda Sprint
- Para a construção do primeiro protótipo, onde priorizamos a codificação de texto, o projeto conta com uma placa de prototipagem NodeMCU ESP8266, seis LEDS, e alguns jumpers, como mostra a FIG. 1 e o esquemático na FIG. 2. O objetivo desse protótipo é enxergar a codificação através dos LEDS, para maior compreensão.

No Arduino IDE, uma plataforma capaz de compilar e carregar o software para a placa, essa aplicação foi desenvolvida em C/C++ conforme ilustrado na FIG. 3. O recebimento dos textos é feito pelo Monitor Serial, um recurso do Arduino IDE que usa a comunicação serial,

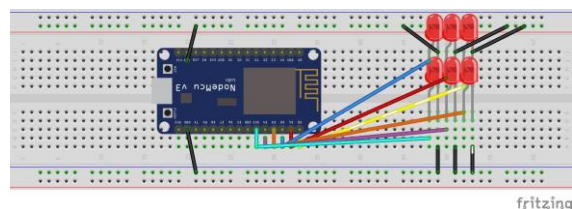
esse terminal auxilia no envio e recebimento de dados para a placa, demonstrado na FIG. 4.

Figura 1 – Primeiro Protótipo



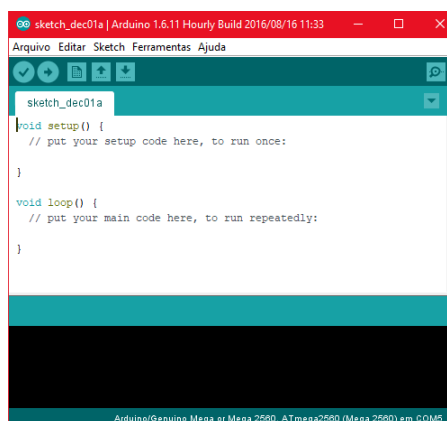
Fonte: Autor

Figura 2 – Esquemático do Primeiro Protótipo



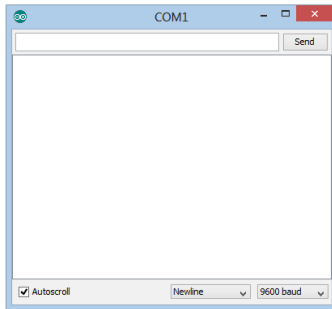
Fonte: Autor

Figura 3 – IDE Arduino



Fonte: Autor

Figura 4 – Monitor Serial

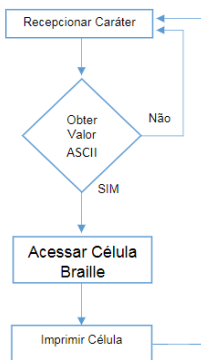


Fonte: Autor

O algoritmo recebe o texto através do comando Serial.read(), obtendo valor em decimal do ASCII, recebido através do CHAR, esse valor é validado para ver se existe uma possível célula em Braille correspondente, para que em seguida, usando uma estrutura de menu chamada Switch Case, que permite comparar o valor de uma variável, no caso o valor decimal do ASCII obtido do carácter, com o valor de uma constante implementada no menu, e caso, a comparação for verdadeira, os comandos de ativação das células em Braille são ativadas.

Cada opção desse menu é composto por números correspondentes da tabela ASCII, assim o acesso é instantâneo. Esse algoritmo está em um laço de repetição nativo das placas de prototipagem (void loop), por isso verifica carácter por carácter, e valida cada um. Abaixo o funcionamento do algoritmo ilustrado na FIG. 5 e a estrutura de menu Switch Case ilustrado na FIG. 6.

Figura 5 – Funcionamento do Algoritmo.



Fonte: Autor

Figura 6 – Trecho do Código.

```
case 97://Letra a
  condicao_maiusculo();
  apagaled();
  delay(1000);
  digitalWrite(D0, HIGH);
  digitalWrite(D1, LOW);
  digitalWrite(D2, LOW);
  digitalWrite(D3, LOW);
  digitalWrite(D4, LOW);
  digitalWrite(D5, LOW);
  delay(1000);
break;
```

Fonte: Autor

#### A. Tratamento do conteúdo

No sistema Braille não existe uma célula para cada carácter da língua portuguesa. Por isso, existem muitas regras que definem o que cada célula representa. As regras implementadas correspondem ao que o texto em Braille significa, já que a leitura é interpretada pelo contexto.

As primeiras células do Braille indicam o que o texto a seguir representa, dizendo se é maiúsculo, minúsculo, numérico, parágrafo e assim por diante. Para isso, o algoritmo trata todos esses detalhes, permitindo que o deficiente não se perca na leitura.

#### B. Segunda Sprint

Para aprimorar o projeto foi preciso uma série de estudos e pesquisas a respeito de quais equipamentos seriam capazes de efetuar a função proposta de forma eficaz. Muitas ideias foram levadas em discussão a respeito do seu custo-benefício. O objetivo principal da pesquisa era desenvolver um atuador que fosse capaz de gerar um relevo coerente com os comandos definidos, para tal, foi proposto uso de alguma ferramenta capaz de gerar uma “pressão” saindo de um tubo ou algo parecido, onde em contato com uma camada superficial de silicone, ele gera-se esse relevo necessário, além deste, foi proposto também a criação de um mecanismo com campo

magnético usando fios de cobre, onde quando fosse energizado o eixo seria atraído para base do componente.

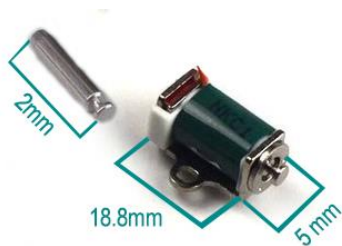
Todas ideias destinavam na criação de um mecanismo ainda não existente para essa função específica. Chegou-se à conclusão de que para uma grande demanda futura de pedidos, e por baixo custo e pouco tempo, o mais viável era adaptar alguma ferramenta existente para o êxito da aplicação.

### **Solenóide 6V**

Os solenóides são basicamente eletroímãs, feitos de uma bobina de fio de cobre com uma armadura (uma lingueta de metal) no meio. Quando a bobina é energizada, a lingueta é puxada para dentro do centro da bobina. Isso faz com que o solenóide seja capaz de puxar (de uma extremidade) ou empurrar (do outro) [6].

Este solenóide em particular é muito pequeno, com um corpo de 18.8mm de comprimento, 5mm em sua superfície e 2mm em sua lingueta, conforme mostra a FIG. 7.

Figura 7 – Representação da dimensão de um Solenóide de 6V



Fonte: Autor

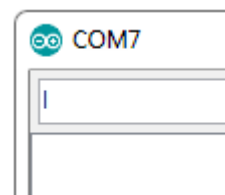
Mesmo com pouco conhecimento sobre esse mecanismo de solenóide, soube-se que ele mais utilizado do que se imagina. Em muitos sistemas de segurança é necessário utilizar essas válvulas de reposição ou de rearme manual. A ação automática é realizada somente para fixar uma posição, que pode ser aberta ou fechada; não pode mudar de uma para a outra, exceto com a intervenção de um operador, que deverá efetuar a ação de forma manual.

São válvulas utilizadas em um grande número de sistemas e em diferentes áreas industriais que empregam fluidos comuns como: água, ar, vapor, óleos leves, gases neutros, fluidos criogênicos, desde o vácuo até altas pressões e elevadas temperaturas, entre outras [6].

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

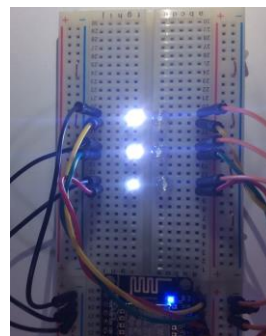
Os testes realizados foram simples e objetivos, com ótimos resultados. Foram testados, caracter por caracter no terminal serial, e observamos nas LEDS se cada célula Braille correspondia ao que foi digitado conforme mostra as FIG. 8 e FIG. 9.

Figura 8 – Terminal Serial.



Fonte: Autor

Figura 9 – Célula em Braille impressa em leds representando a letra “I”.



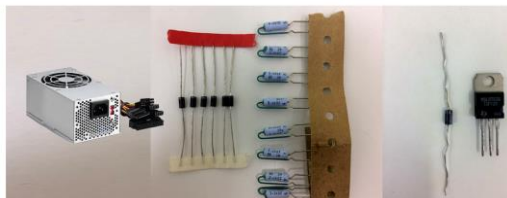
Fonte: Autor

### **a. Desenvolvimento com o Solenóide**

Após a decisão de optar pelos solenóides, foram adquiridos 6 micro relê push-pull para teste. Os primeiros resultados não foram como o esperado. Considerou-se razoável, afinal adaptar algo para realizar outra função com certeza acarretaria alguns problemas. O primeiro deles era descobrir como funcionava a alimentação de energia, assim como sua voltagem. Após mais algumas

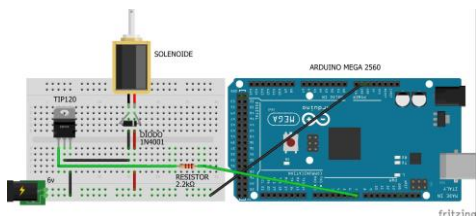
pesquisas, chegou-se à conclusão da necessidade de aquisição de 10 resistores de 2.2K, 6 Transistores TIP 120, 6 Iodos MCCIN4001 e uma fonte externa de 12V - 6V conforme mostra a FIG.10, ao final, pode-se observar o seguinte esquemático na FIG.11.

Figura 10 – Imagem das aquisições feitas para desenvolver a segunda Sprint



Fonte: Autor

Figura 11 – Esquemático do desenvolvimento com o Micro relê push-pull.



Fonte: Autor

Por meio de testes preliminares, constatou-se que a energia ainda não era suficiente, pois a lingueta apenas se elevava moderadamente. Foi colocada uma energia externa de 6V na tentativa de aumentar o fluxo com que essa lingueta atingisse sua elevação total. Quando finalmente foi encontrada a energia suficiente, houve um problema de funcionamento dessa lingueta. Observou-se que a mesma não funcionava de acordo com as demais estudadas, era esperado que a cada pulso o pino fosse capaz de subir todo até a superfície e quando o pulso fosse zero, que ele voltasse ao normal, entretanto ele ficava pressionado na base do corpo e quando era enviado o pulso ele simplesmente soltava o pino que o elevava muito pouco.

Após essas dificuldades com o solenoide, o próximo passo era entender melhor como ele funcionava e o que poderia ser feito para adaptá-lo. Foi adquirido para teste um solenoide de 12V, sendo bem maior que o micro relê push-pull já adquirido, e conseqüentemente mais fácil de avaliar o processo de magnetização dessa lingueta. Foi levado em discussão a possibilidade de forçar esse pino a ficar emerso de tal forma que quando o pulso fosse liberado ele seria magnetizado para a base e quando fosse igual a zero o campo magnético impulsionalaria o pino para a superfície, ou seja, o que antes seria subir os pinos agora seria o inverso, todos estariam na superfície e seriam abaixados apenas os que não fariam parte da célula Braille.

Em seguida foi feito o uso de um prego no lugar da lingueta e colocamos uma mola forçando o pino a ficar emerso ao campo magnético, conforme mostra a FIG.12, quando liberado o pulso, finalmente o resultado foi positivo, o pino era magnetizado para base e ao soltar o pulso o pino retornava a superfície.

Figura 12 – Adaptação realizada no Relê de 12V.



Fonte: Autor

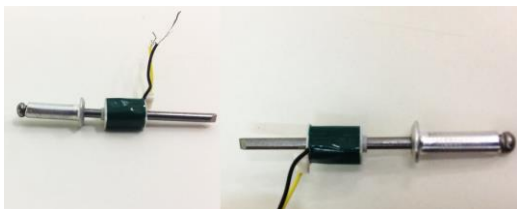
#### b. Terceira Sprint

Após a validação do resultado na última Sprint, o próximo passo é desenvolver o mesmo procedimento aos micro solenoides. Uma dificuldade encontrada foi o fato de serem bem menores que um de 12V, como podemos ver na FIG.13, a solução mais viável foi fazer a retirada da base do ímã e no lugar das linguetas, substituir eixos por “rebites”, a espessura era ideal e o tamanho suficiente para obtermos resultados positivos.

O mecanismo desenvolvido funciona da seguinte maneira; o eixo que passa pelo solenoide fica suspenso

dentro dele, por isso colocamos uma base com altura à definir, quando enviamos um pulso de energia, o eixo sobe até onde será definido, causando um auto relevo perceptível, chegamos a solução do nosso problema.

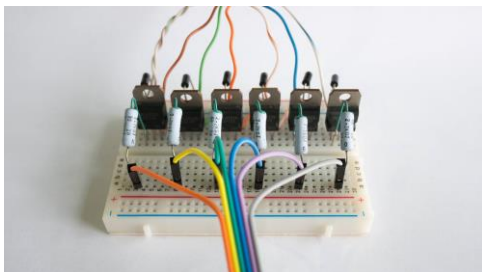
Figura 13 – Adaptação realizada no Relê de 6V.



Fonte: Autor

Após a adaptação feita ao micro relê push-pull, foi dado início ao processo de desenvolvimento da plataforma base, para a realização dos testes de funcionamento da tradução de textos para o método Braille. Como foi visto na FIG.26, para que eixo funcione corretamente, serão necessários alguns circuitos agregados a eles, como segue a FIG.14.

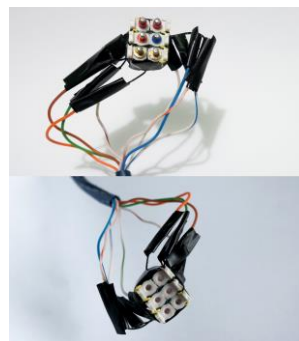
Figura 14– Construção da passagem de Energia aos Micro Relê push-pull.



Fonte: Autor

A “célula” Braille é composta por um sistema matricial que contém 2 colunas e 3 linhas, totalizando 6 componentes. Foi elaborado um suporte para que os 6 micro relês se tornassem capazes de exibir, algo o mais próximo possível da matriz que compõe o Braille.

Figura 15– Matriz produzida com Micro Relê push-pull.



Fonte: Autor

Em busca de evitar resultados dúbios, foi designado que essa matriz de solenoides, teria como base um mouse comum, levando em consideração o fato de que facilitaria na interpretação dos relevos gerados no decorrer da tradução para o Braille. Portanto, podemos observar resultado da associação entre a matriz representada pela FIG 31 com o mouse presente na figura 16.

Figura 16– Elaboração do mouse composto por uma matriz de micro relê push-pull.



Fonte: Autor

#### 4 CONCLUSÃO

O sistema embarcado tem encontrado grandes oportunidades para ser utilizado no nosso cotidiano, solucionando problemas com muita agilidade e com baixo custo, fazendo uso desta oportunidade, todo o desenvolvimento do protótipo, se tornou possível, mesmo com adaptações necessárias ao projeto.

O aprendizado de uma nova linguagem, junto com conhecimentos técnicos sobre o Arduino e, uma lógica estruturada, possibilitaram a criação do projeto de tecnologia assistiva, que trouxe a ideia de uma



participação mais ativa de pessoas com deficiências visuais no meio tecnológico e social.

Assim, foi possível perceber que todos temos uma oportunidade de estar conectados, dependendo apenas de uma adaptação da tecnologia em favor das características especiais de cada usuário. São mínimas as limitações quando falamos de sistemas embarcados, mesmo com poucos recursos, sabendo que existe um vasto mercado de componentes tecnológicos que poderiam servir como complemento ao projeto, foi possível cumprir de maneira objetiva e com equipamentos simples o que foi proposto.

Espera-se que o protótipo desenvolvido seja uma base para novos projetos que possam atender futuras necessidades, cada vez mais complexas desse nicho de mercado, e que seja de possível integração com a internet ou adaptados a outras plataformas, atuando como Gadget.

### REFERÊNCIAS

[1] BERSCH, Rita. Introdução à tecnologia assistiva.

Tecnologia Assistiva. Porto Alegre - RS,

2013. Disponível em: <

<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html> >. Acessado

em: 19 de Outubro de 2017.

[2] CANEJO, Elizabeth. Apostila introdução ao Sistema

Braille. Rio de Janeiro. Laboratório de Pesquisa, Estudo e

Apoio à participação e à diversidade em educação.

[obrasil.com.br/](http://obrasil.com.br/)> Acessado em: 21 de Outubro de 2017.

Lapeade. COPYRIGHT, [2005] p. 01-19. [Documentos].

Disponível

em: <<http://www.lapeade.com.br/publicacoes/documentos/Apostila%20Braille.pdf>>. Acessado em: 10 de Outubro de 2016.

[3] BRASIL. Ministério da Educação. Grafia Braille para a Língua Portuguesa. Secretaria de Educação Especial. Brasília: SEESP, 2006. 106 p.

[4] EMMANUEL, João D'Alkmin Neves ; CELESTE, Humberto Innarelli (Coautor), Preservação digital: A gestão arquivística de documentos digitais em sua fase permanente. Revista Tecnológica da Fatec Americana, São Pulo, v. 1, n. 1. 2013. Neves. Disponível em: <[http://fatec.br/revista\\_ojs/index.php/RTecFatecAM/article/view/2/10](http://fatec.br/revista_ojs/index.php/RTecFatecAM/article/view/2/10)> Acessado em: 16 de Outubro de 2017.

[5] NEMA, Public Policy, National Electrical Manufacturers Association. NEMA, Virgínia, 1926.

Disponível

em: <<https://www.nema.org/pages/default.aspx>> Acessado em: 16 de Outubro de 2017.

[6] JEFFERSON. Brasil. Válvulas Solenóides :

Informação de Engenharia. Jefferson. São Bernardo do

Campo – SP. [Catálogos], Tipos de Válvulas Solenoides.

P@T Estúdio. 2017. Disponível em: <

<https://www.jeffersond>