



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

JHONATAS MARQUES

**DISPOSITIVO PARA ACESSIBILIDADE EM BRAILLE NO CONTEXTO DE
INTERNET OF THINGS**

**Assis/SP
2018**



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

JHONATAS MARQUES

**DISPOSITIVO PARA ACESSIBILIDADE EM BRAILLE NO CONTEXTO DE
INTERNET OF THINGS**

Projeto de pesquisa apresentado ao curso de Ciência da Computação do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientando(a): Jhonatas Marques

Orientador(a): Prof. MSc. Guilherme de Cleve Farto

**Assis/SP
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

MARQUES, Jhonatas

Dispositivo para Acessibilidade em Braille no Contexto de Internet of Things/
Jhonatas Marques. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2018.
44p.

Orientador: Prof. MSc. Guilherme de Cleve Farto
Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal
de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1. Braille. 2. Internet of Things. 3. Arduíno. 4. Android

Biblioteca da FEMA

DISPOSITIVO PARA ACESSIBILIDADE EM BRAILLE NO CONTEXTO DE INTERNET OF THINGS

JHONATAS MARQUES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador:

Prof. MSc. Guilherme de Cleve Farto

Examinador:

Prof. Dr. Luiz Ricardo Begosso

Assis/SP
2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente Deus, a minha esposa, minha filha e a toda minha família principalmente a minha mãe e avós, por terem me dado todo carinho e serem exemplos de pessoas. Dedico também aos meus amigos e pessoas que estiveram sempre me apoiando para a realização deste meu sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus** que sempre me fortalece em meio às dificuldades e que me deu a graça de mais essa conquista.

Agradeço à minha esposa **Michelle Mitie Katayama** que sempre me apoiou e me inspirou a continuar lutando mesmo em meio as dificuldades.

A minha filha **Ana Sophia Katayma Marques** por ser o amor da minha vida e a luz dos meus dias.

A minha mãe **Maria Lúcia dos Santos**, mulher guerreira que sempre me mostrou com ser um vencedor acima de todas as circunstâncias e sempre lutou por seus filhos.

A meus avós **Aparecida Mion dos Santos** e **José Paulino dos Santos** por sempre nos apoiar.

Ao meu irmão **Jheimis Fernandes Marques**, grande homem que passou por toda essa trajetória sempre me motivando.

Ao meu grande amigo **André Luiz Buzzo**, que sempre me ajudou e esteve junto em todos os momentos.

A minha Professora e amiga Dr^a **Marisa Atsuko Nitto**, sábia mulher, por desde o primeiro ano me orientar em todo este processo acadêmico.

Ao meu amigo e Professor MSc. **Guilherme de Cleva Farto**, por me orientar e colaborar nesta fase acadêmica tão importante.

A todos os meus **professores** que nos ajudaram a adquirir não só conhecimento mas também maturidade para a conclusão de mais essa fase.

Ao meu pai **Reginaldo Marques** homem trabalhador e esforçado.

Ao meu atual supervisor e amigo **Marcos Paulo Fernandes**, que me ajudou muito para concluir mais essa etapa da vida.

RESUMO

No ano de 2010, 23,9% da população brasileira (45.6 milhões de pessoas) apresentava algum tipo de deficiência, sendo que, 6,5 milhões de pessoas possuía algum tipo de deficiência visual, segundo o senso do IBGE (2010), foi registrado um número de 528.624 pessoa incapazes de enxergar (cegos). Devido a essa realidade, surge a necessidade de haver uma maior integração dessas pessoas em meio a sociedade, porém um dos meios mais importantes de comunicação entre a sociedade atual como a leitura e escrita acaba se tornando mais uma barreira para o indivíduo com a deficiência visual, devido a complexidade da alfabetização por meio do Braille, a carência de materiais didáticos e ainda pela falta de profissionais capacitados.

A proposta deste trabalho é de desenvolver um protótipo baseado em Internet of Things utilizando a plataforma Arduino, acionado por um aplicativo com comando de voz desenvolvido em Android que auxilie tanto o professor quanto o aluno no processo da alfabetização do Sistema Braille, e que ofereça mais independência e conforto aos alunos.

Palavras-chave: Arduino, Internet of Things , Sistema Braille.

ABSTRACT

In 2010, 23.9% of the Brazilian population (45.6 million people) had some type of disability, 6.5 million people had some form of visual impairment, according to IBGE (2010) registered a number of 528,624 people unable to see (blind). Due to this reality, the need arises to have a greater integration of these people in the middle of society, but one of the most important means of communication between the current society as reading and writing ends up becoming more of a barrier for the individual with visual impairment , due to the complexity of literacy through Braille, the lack of teaching materials and the lack of trained professionals.

The purpose of this work is to develop a prototype based on Internet of Things using the Arduino platform, powered by an application with voice command developed in Android that helps both teacher and student in the process of Braille system literacy, and offers more independence and comfort to students.

Keywords: Arduino, Internet of Things, Braille System.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sonografia de Barbier (in: Dorneles, 2014, p. 151-168).....	17
Figura 2: Cella Braille (in: Nicolaiewsky, 2008, p. 229-224).....	19
Figura 3: Subconjuntos do Alfabeto em Braille.....	20
Figura 4: Reglete e Punção.....	21
Figura 5: Importação do Pacote Android Speech.....	24
Figura 6: Arduino Mega.....	26
Figura 7: Shield Ethernet.....	27
Figura 8: Micro Servo Motor.....	28
Figura 9: Módulo DFPLAYER MINI.....	29
Figura 10: Dados Transformados em Sabedoria (In: EVANS, 2011).....	31
Figura 11: Arquitetura do Projeto.....	34
Figura 12: Tela Inicial do Projeto.....	35
Figura 13: Módulo Wifi Esp8266.....	36
Figura 14: Simulador de Cella Braille.....	37
Figura 15: Protótipo Acionado.....	37
Figura 16: Arquitetura de Ligação DFPLAYER.....	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.2 JUSTIFICATIVAS.....	13
1.3 MOTIVAÇÃO.....	13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2 – SISTEMA BRAILLE.....	15
2.1 A PRIMEIRA ESCOLA PARA CEGOS.....	15
2.2 A SONOGRAFIA DE CHARLES BARBIER DE LA SERRE.....	16
2.3 LOUIS BRAILLE.....	18
2.4 O PROCESSO DE ESCRITA DO BRAILLE.....	18
3 – TECNOLOGIA ANDROID.....	22
3.1 INTRODUÇÃO.....	22
3.2 MÁQUINA VIRTUAL DALVIK.....	23
3.3 ANDROID SDK.....	23
3.4 PACOTE ANDROID SPEECH.....	24
4 - PLATAFORMA ARDUINO.....	25
3.1 INTRODUÇÃO.....	25
.....	26
4.2 <i>SHIELD ETHERNET</i>	26
4.3 SERVO MOTOR.....	27
4.4 MÓDULO DFPLAYER MINI.....	28
5 – O USO DE IoT PARA ACESSIBILIDADE.....	30
5.1 INTRODUÇÃO.....	30

5.2 ACESSIBILIDADE.....	31
5.3 TECNOLOGIA ASSISTIVA.....	32
6 – PROPOSTA E DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	33
6.1 – DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	33
6.2 – DEFINIÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO.....	33
6.3 – ARQUITETURA DO PROJETO.....	34
7 – CONCLUSÃO.....	39
7.1 – TRABALHOS FUTUROS.....	39
REFERÊNCIAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

Devido a quantidade de pessoas portadoras de algum tipo de deficiência visual, que em alguns casos chega a cegueira total, cresce também a necessidade de profissionais da educação capacitados e que possuam a habilidade de desenvolver metodologias e recursos que auxiliem na educação dos alunos visando alcançar níveis satisfatórios na alfabetização. Segundo o senso do IBGE (2010), 23,9% da população brasileira (45.6 milhões de pessoas) apresentam algum tipo de deficiência, sendo que 6,5 milhões de pessoas possuem algum tipo de deficiência visual, desses, 528.624 pessoas são incapazes de enxergar (cegos).

A alfabetização de crianças cegas é efetuada por meio do método Braille, tal método possibilita que uma pessoa cega consiga ler e escrever textos com pontos em relevo, o que possibilita a leitura por meio do tato, tal método é constituído por um código de 6 pontos em relevo, criado por Louis Braille no século passado (BORGES, 2008). Ainda segundo Borges (2008), quando uma criança cega é educada em uma escola especializada conclui sua alfabetização em média até os 7 anos de idade, porém a turma deve conter no máximo 4 integrantes para se obter um alto nível de interação de aluno e professor, contudo, após o término da alfabetização, o aluno é integrado a uma instituição convencional, onde muitas vezes se depara com professores que na maioria da vezes não possuem o devido conhecimento do Braille, sendo assim fica a disposição de professores itinerantes especializados, também devido aos familiares da criança não saberem ou não se interessarem pelo método Braille, o que a criança escreve acaba sendo lido apenas por outros cegos fazendo com que a família não tenha uma interação com o deficiente.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho de pesquisa, é o de propor e desenvolver um protótipo baseado em *Internet of Things* (IoT) de baixo custo por meio da plataforma *Arduino* e de recursos

de reconhecimento de comandos por voz, bem como a extração e manipulação de textos. Para isso será adotada a plataforma *Android* no desenvolvimento de uma aplicação móvel que se comunicará com o protótipo de IoT para Braille.

Como resultados desta pesquisa, espera-se que o usuário do protótipo e da aplicação *Android* seja capaz de estudar o Braille, bem como fora de seu ambiente escolar. Também se espera que, a partir deste projeto de pesquisas, novas propostas sejam desenvolvidas para apoiar e contribuir com melhorias na aprendizagem e uso de Braille. e que a partir desse projeto surjam novos protótipos a fim de explorar melhorias na área acadêmica de deficientes visuais.

1.2 JUSTIFICATIVAS

Devido a alta complexidade na alfabetização, do acesso a materiais que auxiliem no aprendizado do Braille e da integração do cego na sociedade, algumas pessoas que possuem cegueira acabam muitas vezes desistindo de aprender ou aprimorar a leitura e escrita do Braille. Um estudo científico efetuado pela Universidade de Brasília (UnB), aponta que no Brasil, 74% de mais de 500 mil cegos da população é analfabeta, não sabendo ler em método algum. Desses, 13% possuem o ensino médio, 11% concluíram os ensinos básicos e fundamental, sendo que apenas 2% são graduados (APUFPR – Ssind).

1.3 MOTIVAÇÃO

O desenvolvimento desse projeto de pesquisa constitui-se no fato da grande dificuldade de encontrar materiais que despertem o interesse de crianças e/ou adultos, a aprender o Braille, já que este necessita de grande dedicação do deficiente. O sistema Braille para uma pessoa cega é considerado muito útil, devido o seu domínio poder ofertar melhores oportunidades ao deficiente, tanto na vida social como em sua futura vida acadêmica.

Outra motivação é a possibilidade de aplicar o dispositivo e os conceitos adquiridos, em outras áreas da pesquisa, a fim de, desenvolver e aprimorar dispositivos, que possam beneficiar outras áreas que requerem maior atenção no ensino.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho será composta das seguintes partes:

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Sistema Braille
- Capítulo 3 – Tecnologia Android
- Capítulo 4 – Plataforma Arduino
- Capítulo 5 – O uso de IoT para Acessibilidade
- Capítulo 6 – Proposta e Desenvolvimento do Trabalho
- Capítulo 7 – Conclusão
- REFERÊNCIAS

2 – SISTEMA BRAILLE

Neste capítulo será apresentado como foi o início e evolução do sistema de leitura e escrita em Braille, conceitos do sistema, e também visando abordar como foi processo de alfabetização dos alunos portadores da cegueira nas primeiras escolas e como é lecionado tal sistema nos dias atuais.

2.1 A PRIMEIRA ESCOLA PARA CEGOS

O ensino de deficientes visuais iniciou-se no século XVIII, Valentin Haüy (1745-1822), foi uma das primeiras pessoas a sensibilizar-se com o descaso e discriminação dos indivíduos cegos, sendo ele na época o responsável por diversas campanhas de sensibilização pública. Em 1784 Haüy com recursos financeiros próprios e apoio de uma sociedade filantrópica instituiu em Paris a primeira escola gratuita designada a educação e preparação profissional de cegos nomeada de Instituto Real dos Meninos Cegos (BAPTISTA, 2000).

Segundo Dorneles (2014), Haüy observando um pedinte chamado Leuser percebeu que o mesmo reconhecia o valor monetário das moedas que ganhava, foi então que Haüy notou que pessoas com cegueira poderiam utilizar o tato para ler frases em relevo, dessa forma convidou Leuser a troco de moradia e uma pequena quantia em dinheiro para ele participar de suas experiências. Pouco tempo depois de Leuser aceitar a proposta de Haüy já era capaz de compor frases.

Valentin Haüy nasceu na cidade de Saint-Just en Chaussée, na França. No ano de 1751 passou a residir com sua família em Paris. Dedicou-se ao estudo de línguas dominando então o grego, latim, hebreu entre outras, trabalhava como intérprete do rei na tradução de documentos oficiais, notariais, comerciais e particulares. A forma de leitura desenvolvida por Haüy utilizava a impressão de letras comuns, porém de tamanhos superiores em relevo, a impressão dessas letras eram feitas em folhas espessas de papel

umedecido, devido ao tamanho superior dessas letras a leitura se tornava lenta e os livros tinham tamanhos exagerados (CERQUEIRA, 2009).

Ainda segundo Cerqueira (2009), a escola de Haüy foi nacionalizada no ano de 1791 pela Assembleia Constituinte, dessa forma transformou-se em uma escola pública, voltada ao ensino acadêmico, musical e profissional, sendo dirigida por Valentin Haüy. Após o ano de 1784, várias escolas foram criadas em países da Europa, a maioria sob a inspiração do Instituto de Paris. Em 1806, Haüy foi convidado pelo czar da Rússia para instituir uma escola para cegos em S. Petersburgo e, passando por Berlim, foi solicitado que fosse estabelecida uma escola nesta cidade, instalando assim dois estabelecimentos. O Instituto de Paris foi usado de inspiração para outras escolas criadas pelo mundo, como em: Liverpool (1791), Edimburgo (1792), Londres (1799), Viena (1804), Berlim (1806), Praga (1807), Amsterdã e Estocolmo (1808), Dresden e São Petersburgo (1809), Zurick (1810), Copenhague (1811), Nápoles (1818), Barcelona (1820), Boston (1829), Bruxelas (1834), Milão (1840), Lausanne (1843), Rio de Janeiro (1854).

2.2 A SONOGRAFIA DE CHARLES BARBIER DE LA SERRE

Charles Barbier de La Serre (1767-1841), um capitão da artilharia do exército de Napoleão durante o início do século XIX, demonstrou aos dirigentes do Instituto Real dos Jovens Cegos uma técnica de leitura e escrita fonográfica desenvolvida por ele denominada de Sonografia ou Escrita Noturna, o objetivo do sistema era de possibilitar o envio de ordens aos soldados mesmo durante o período da noite, dessa forma eles poderiam ler as instruções mesmo com a ausência de luz, sendo este constituído por pontos em relevo, embora o método desenvolvido por Barbier fosse mais fácil que o sistema proposto por Haüy, os soldados não aderiram o método, dessa forma Barbier apresentou a ideia a Valentin Haüy para apoiar no ensino dos deficientes visuais (DORNELES, 2014).

Devido o sistema de Sonografia de Barbier conter ainda um certo grau de dificuldade devido o tamanho dos conjuntos de pontos, a relação dos pontos em relevo e a fala o que não auxiliava no aprendizado da ortografia, e a quantia de pontos, que totalizavam doze,

sua técnica não obteve êxito ao meio acadêmico, servindo apenas de inspiração para o desenvolvimento do sistema Braille conhecido atualmente (DIAS, 2017).

A Sonografia de Barbier era composta por uma matriz de 12 pontos em relevo e duas colunas com seis pontos cada. Seguindo um certo raciocínio lógico, foram determinadas 36 combinações de pontos afim de simbolizar os principais sons da língua francesa. A Sonografia não se atentava com a ortografia, com pontuações e nem algarismos (CERQUEIRA, 2009).

A Figura 1 demonstra a Sonografia criada por Barbier.

·	·	·	·	·	·
A	I	O	U	é	è
·	·	·	·	·	·
AN	IN	ON	UN	EU	OU
·	·	·	·	·	·
B	D	G	J	V	Z
·	·	·	·	·	·
P	T	Q	CH	F	S
·	·	·	·	·	·
L	M	N	R	GN	LL
·	·	·	·	·	·
OI	OIN	IAN	IEN	ION	IEU

Figura 1: Sonografia de Barbier (in: Dorneles, 2014, p. 151-168)

2.3 LOUIS BRAILLE

Louis Braille nasceu no dia 04 de janeiro de 1809, em Coupvray, cidade localizada a quarenta e cinco quilômetros de Paris. Filho de Simon-René Braille e Monique Baron, Louis sempre acompanhava o pai em sua oficina onde confeccionava selas e arreios para cavalos, em 1812, aos 03 anos de idade Louis perfurou seu olho esquerdo acidentalmente quando brincava na oficina com um instrumento pontiagudo utilizado para perfurar o couro, o ferimento ocasionou uma grave hemorragia seguido de um quadro de infecção, que após alguns meses progrediu e atingiu também o olho direito, levando Louis Braille a cegueira total aos 05 anos de idade no ano de 1814 (DIAS, 2017).

Após o pai de Louis Braille ter conhecimento da Instituição Real dos Jovens Cegos, em Paris, ele comunicou-se por meio de cartas com o diretor da instituição afim de inteirar-se sobre os trabalhos que eram elaborados ali e constatar que fossem realmente importantes para a educação do seu filho. Depois de algumas relutâncias, decidiu efetuar a matrícula de Louis com 10 anos de idade (BAPTISTA,2000).

Seguindo a ideia de Barbier de la Serre, Louis Braille em 1828 iniciou o desenvolvimento do que seria a representação alfabética a partir do sistema de pontos em relevo o Braille, contendo apenas 6 pontos, distribuídos por 3 linhas e 2 colunas, finalizando o projeto após várias melhorias em 1836, sendo bem aceito entre os alunos do Instituto Real dos Meninos Cegos, e posteriormente em 1878 foi reconhecido como o sistema mais apropriado para a leitura e escrita de pessoas cegas por um Congresso Internacional que ocorreu em Paris, atribuindo ao sistema o nome do autor (Da Silva, 2015).

2.4 O PROCESSO DE ESCRITA DO BRAILLE

O alfabeto em Braille é composto por 6 pontos organizados em 2 colunas, sendo esse conjunto chamado de cela Braille, em cada cela os pontos ficam organizados em uma sequência iniciando pela parte de cima da coluna à esquerda seguindo para a coluna da direita, denominados pontos 1, 2, 3, 4, 5, e 6 (NICOLAIEWSKY, 2008).

A Figura 2 demonstra um Cela Braille.

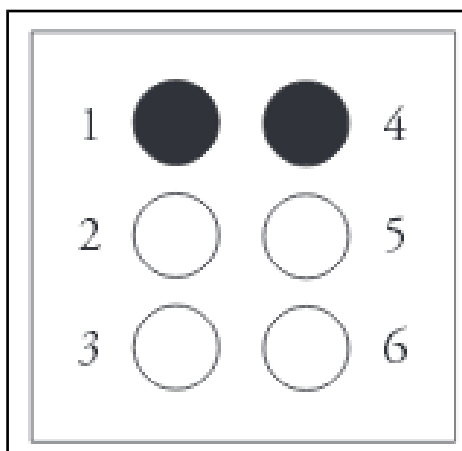


Figura 2: Cella Braille (in: Nicolaiewsky, 2008, p. 229-224)

Utilizando o conjunto de seis pontos por cela é possível obter um total de 64 configurações distintas, dentre estas, o conjunto que não possui nenhum ponto em relevo é considerado como o espaço em branco, restando 63 combinações que possui ao menos um ponto em relevo, e são distribuídas por 7 subconjuntos, chamadas de séries (DA SILVA, 2015).

Ainda segundo Da Silva (2015), a primeira série dos 7 subconjuntos recebe a nomenclatura de fundamental ou superior, e segue as regras de possuir apenas um ponto na primeira linha e primeira coluna, não podendo conter pontos na terceira linha. Os conjuntos de pontos em relevo da segunda série são constituídos a partir do uso do terceiro ponto em relevo, em seguida, a terceira série é formada utilizando os pontos da primeira série e os pontos 3 e 6. A quarta série é obtida a partir do primeiro subconjunto e o ponto 6. Na quinta série, também denominada série inferior, não são utilizados pontos em relevo na primeira linha, fazendo com que os pontos fiquem somente na parte inferior. A sexta série utiliza apenas o ponto 3 na primeira coluna e na segunda linha, obedecendo a regra de que quando o ponto 5 é usado o 4 também deve estar em relevo. Por fim a sétima série é formada por pontos em relevo somente na segunda coluna.

A Figura 3 ilustra os subconjuntos do alfabeto em Braille.

1ª série:									
⠁	⠃	⠉	⠇	⠑	⠋	⠒	⠕	⠎	⠊
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
2ª série:									
⠅	⠎	⠓	⠏	⠥	⠑	⠒	⠕	⠎	⠊
k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
3ª série:									
⠥	⠎	⠓	⠏	⠥	⠑	⠒	⠕	⠎	⠊
u	v	x	y	z	ç	é	á	è	ú
4ª série:									
⠥	⠎	⠓	⠏	⠥	⠑	⠒	⠕	⠎	⠊
â	ê	î	ô	ù	à	ĩ	ü	õ	w
5ª série:									
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
,	;	:	/	?	!	=	"	*	º
6ª série:									
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	símbolo indicativo de número			
í	ã	ó	-	'					
7ª série:									
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	sinal restituidor de valor		
~	¨	%			\$				
sinal indicativo de letra latina			Sinal indicativo de letra maiúscula						

Figura 3: Subconjuntos do Alfabeto em Braille

Embora o sistema de leitura e escrita em Braille facilite a inclusão do deficiente na sociedade, é indispensável que o educador utilize métodos de ensino que desenvolvam o discernimento tátil do aluno, porém a falta de materiais didáticos apropriados, além da cartilha, dificulta essa tarefa, de forma que o próprio professor muitas vezes utiliza materiais parecidos com uma cela Braille, elaborados por ele, devido a falta no comércio

brasileiro, e sendo também a escrita do Braille complexa, necessita de um certo esforço muscular e coordenação motora para que o aluno consiga marcar papel com a punção por meio do reglete que são materiais utilizados para a escrita, impede que crianças de pouca idade tenham êxito e motivação ao se dedicarem ao aprendizado do sistema (BORGES, 2008).

O reglete e punção são demonstrados na Figura 4.

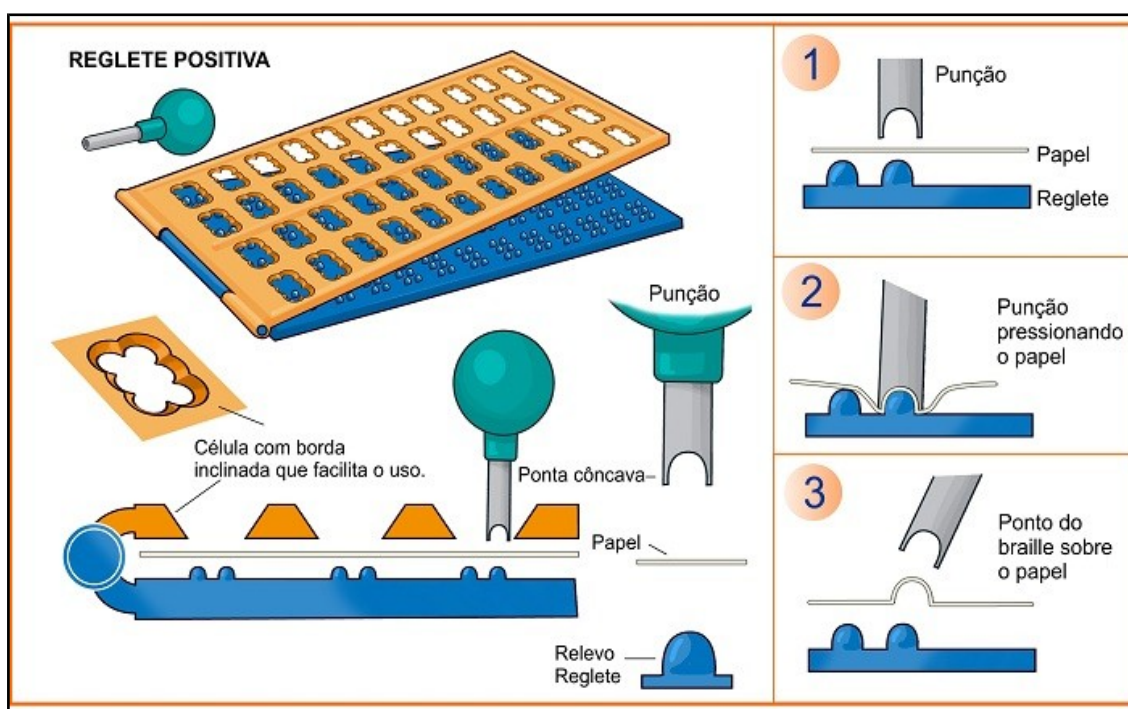


Figura 4: Reglete e Punção

3 – TECNOLOGIA ANDROID

Neste capítulo serão apresentadas as principais funcionalidades da tecnologia Android e algumas API's.

3.1 INTRODUÇÃO

A aquisição de aparelhos Android vem aumentando rapidamente, desde o seu surgimento em 2008, a *Strategy Analytics* por meio de um relatório apresentado no mês de outubro de 2013 destacou que o Android conquistava 81,3% do mercado mundial de *smartphones*, em seguida a Apple com 13,4%, 4,1% da Microsoft e 1% do Blackberry. Em abril de 2013 mais de 1,5 milhão de dispositivos Android entre smartphones, tablets, e demais, estavam sendo ativados por dia, totalizando em 2015 mais de um bilhão de dispositivos Android ativados (DEITEL, 2015).

Motivados a desenvolver um sistema inovador, livre e de fácil entendimento para os desenvolvedores, Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears e Chris White criaram o sistema operacional Android no ano de 2003 em uma empresa criada por eles, nomeada de Android Inc. (LIMA, 2017). O sistema Android é baseado na versão 2.6 do kernel do sistema operacional Linux, e é o kernel que se encarrega das funcionalidades dos drivers de dispositivo, gerenciamento de memória, processos e rede, é responsável também pela camada de abstração entre *hardware* e *software* (GOMES, 2012), e por gerenciar as múltiplas aplicações que podem ser executadas simultaneamente (ARAÚJO, 2017).

Ainda segundo Lima (2017), devido a escassez de recursos a Android Inc., foi vendida para o Google que comprou também a equipe de desenvolvimento da empresa, após a posse, o Google acabou liberando o uso do Android e do código-fonte, para empresas de telefones móveis que não tinham seu próprio sistema operacional. Sendo o Android uma plataforma Open-Source, atualmente além da Google o grupo Open Handset Alliance (OHA) formado por empresas ícones do mercado de celulares como: HTC, LG, Motorola, Samsung, Sony Ericsson, Toshiba, Srint Nextel, China Mobile, T-Mobile, ASUS, Intel, Garmun, investem nesta tecnologia (FARIA, 2010).

O desenvolvimento de aplicações Android é efetuado em cima da camada *Java API Framework*, sendo essa aplicação executada em uma máquina virtual DVM (*Dalvik Virtual Machine*), sua tecnologia *open-source* ao contrário da JVM (*Java Virtual Machine*) que se baseia em pilhas, possui a arquitetura baseada em registros, permitindo a execução mesmo com pouca memória, e também por ter seu próprio *bytecode* (ARAÚJO, 2017).

3.2 MÁQUINA VIRTUAL DALVIK

O desempenho é algo muito relevante no contexto de desenvolvimento mobile, pois mesmo o *hardware* estando em constante evolução, alguns dispositivos móveis ainda sofrem com a carência de capacidade tanto de memória como de processador. O Google pensando na performance e buscando otimizar o uso dos recursos que Android oferece, efetuou uma revisão na Máquina Virtual Java, por meio dessa revisão foi concebida a Máquina Virtual Dalvik (MACHADO, 2010).

Segundo Gindri (2011) uma das diferenças da JVM para a DVM, é que na DVM não são executados *bytecodes* Java convencionais, os *bytecodes* Java são convertidos do formato *.class* para *.dex* (*Dalvik Executable*). Após a conversão, os arquivos *.dex* e documentos, de variados tipos, como fotos, vídeos e sons são compactados em apenas um arquivo pronto para ser executado em qualquer dispositivo com o sistema Android instalado, esse arquivo possui a extensão *.apk* (*Android Package File*) (LECHETA, 2013), diferente da JVM onde as classes ficam em vários arquivos distintos (SOARE, 2017).

3.3 ANDROID SDK

Para criar aplicações para dispositivos móveis em Android é necessário ter instalado o Android SDK (*Software Development Kit*), é ele quem disponibiliza as bibliotecas da API e acessórios para efetuar testes, depurar código, facilitando o desenvolvimento (LECHETA, 2013). Por meio do SDK também é possível efetuar testes em aplicações utilizando dispositivos virtuais que simulam os todos recursos obtidos nos dispositivos reais (MARTINS, 2017). A IDE (*Integrated Development Environment*) Eclipse, embora muito utilizada por suportar vários tipos de linguagens por meio de plugins, sendo um destes

específico para o desenvolvimento Android o ADT (*Android Development Tools*), deixou de ser utilizada após o surgimento do Android Studio, IDE desenvolvida especialmente para a criação de aplicações Android de maneira ágil e com qualidade (VARELA, 2017).

3.4 PACOTE ANDROID SPEECH

Android Speech é um pacote da API do Android, por meio deste pacote pode-se efetuar o reconhecimento de voz na aplicação, após capturado, o áudio é remetido aos servidores do Google, que discernem as letras da palavra enviada utilizando algoritmos de Inteligência Artificial, buscando resultados no servidor do Google seguindo o padrão do idioma utilizado no dispositivo, quando encontrada a palavra e retornada em forma de texto para a aplicação (SILVESTRE, 2015). Na Figura 5, linha 6 é demonstrada como é efetuada a importação do pacote Speech.

```
4  import android.content.ActivityNotFoundException;
5  import android.content.Intent;
6  import android.speech.RecognizerIntent;
7  import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
8  import android.os.Bundle;
9  import android.view.View;
10 import android.widget.ImageButton;
11 import android.widget.TextView;
12 import java.util.ArrayList;
13 import java.util.Locale;
14
```

Figura 5: Importação do Pacote Android Speech

4 - PLATAFORMA ARDUINO

O objetivo deste capítulo é conceituar o que é a Plataforma Arduino, suas utilidades, e principais características.

3.1 INTRODUÇÃO

O Arduino é uma placa eletrônica microcontroladora programável, usada para a prototipação de projetos, é uma plataforma Open-Source, dessa forma qualquer pessoa pode fazer sua própria placa, possui um conector USB para tornar possível a conexão entre o Arduino e um computador, e pinos de conexão de entrada e saída de dados (MONK, 2017).

A plataforma Arduino foi desenvolvido em 2005 por Massimo Banzy um professor italiano, com o objetivo de facilitar o aprendizado da eletrônica. Atualmente existem vários modelos de placas Arduino, variando de acordo com a necessidade do projeto, atualmente existe uma variedade de componentes eletrônicos e eletromecânicos que podem ser integrados na plataforma, esses componentes são conhecidos como *Shields* (BORGES, 2016), e por meio delas é possível criar qualquer dispositivo interativo conectados a internet e a outros dispositivos trocando informações entre eles (MCROBERTS, 2011).

A Figura 6 demonstra um Arduino modelo Mega.

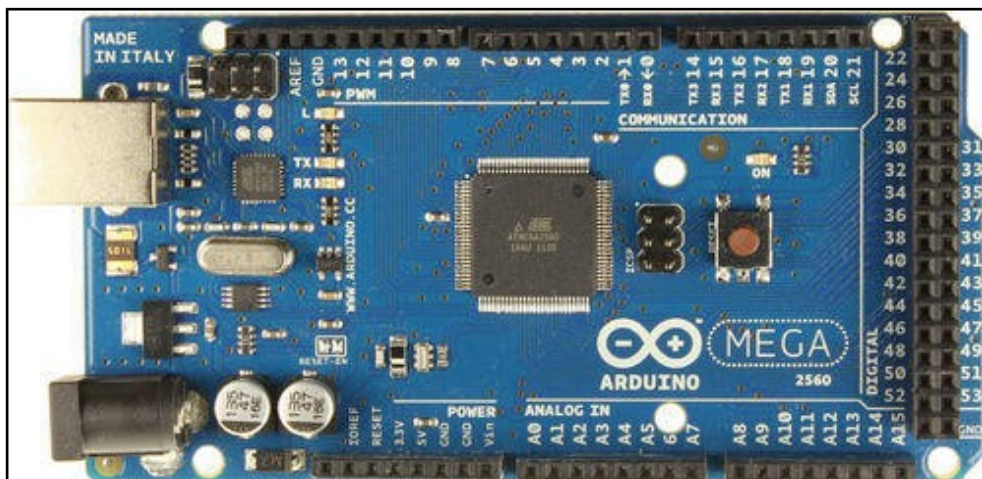


Figura 6: Arduino Mega

4.2 SHIELD ETHERNET

Dentre os vários meios de comunicação existentes para Arduino, sendo o Ethernet um dos mais importantes, pois é um mecanismo de comunicação em rede onde todo dispositivo pode trocar informações por meio de pacotes de dados com os demais dispositivos que estiverem conectados a essa rede (EVANS, 2013).

Ainda segundo Evans (2013), além de ser veloz e poderosa, a Ethernet transmite e recebe dados pela rede sem apresentar erros, e cada dispositivo possui seu próprio endereço na rede. A comunicação via internet no Arduino é possível por meio da biblioteca Ethernet, e do *Shield Ethernet*.

O *Shield Ethernet* é demonstrado na Figura 7.

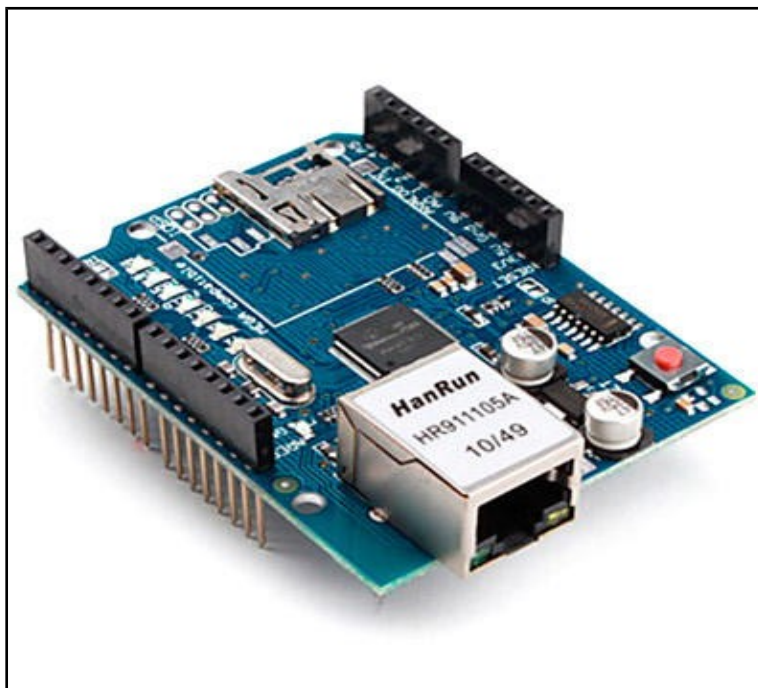


Figura 7: Shield Ethernet

4.3 SERVO MOTOR

O Servo Motor difere-se de um motor comum, pois além dele girar, o mesmo envia dados referentes a posição atual de seu eixo, o que possibilita que ele mova-se rapidamente para a posição desejada, os dados são enviados por meio de um codificador, mais conhecido como Encoder, outra vantagem do Servo Motor esta em sua estrutura, pois ele possui um conjunto de engrenagens internamente que o torna mais potente apesar de seu pequeno tamanho (WARREN, 2011).

Na Figura 8 é apresentado um Micro Servo Motor.



Figura 8: Micro Servo Motor

4.4 MÓDULO DFPLAYER MINI

O DFPLAYER mini é um módulo que permite que o Arduino execute áudios com extensão MP3 a partir de um cartão de memória modelo MicroSD, conectado a uma porta serial do Arduino ele executa qualquer áudio que esteja no MicroSD de forma estável e confiável necessitando apenas de um alto-falante para executá-lo (KARTIKA, 2015).

Na Figura 9 é demonstrado o módulo DFPLAYER.

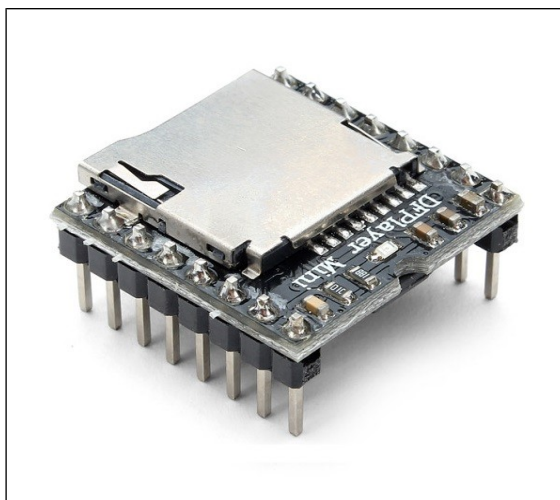


Figura 9: Módulo DFPLAYER MINI

5 – O USO DE IoT PARA ACESSIBILIDADE

Neste capítulo serão contextualizados assuntos referentes ao IoT, e seu uso atualmente na área da acessibilidade.

5.1 INTRODUÇÃO

A IoT (Internet of Things), parte do princípio de usar a tecnologia para conectar o mundo físico e digital, de forma que por meio de um tipo de rede de dados, pessoas e objetos produzam e consumam qualquer tipo de dados e informações, possibilitando também a troca de dados entre eles, e a análise desses dados gerados (ROZSA, 2017).

Segundo Rozsa (2017), o conceito de IoT esta em incessante crescimento, sendo que atualmente o foco esta na formação e consumo de dados que necessitam ser automatizados. É previsto que a economia movida pela IoT que foi de US\$ 591,7 bilhões em 2014 para US\$ 1,3 trilhões até 2019 (Verizon, 2016).

Segundo Evans (2011), devido ao fato da Internet estar efetuando a mesma função desde o surgimento da Internet da era da ARPANET, podemos dizer que não houveram evoluções significativas, sendo que a única evolução foi dos protocolos de comunicação, padronizando o protocolo IP, com base nessa afirmação podemos considerar a importância da IoT, pois é a primeira evolução real da Internet, contribuindo ainda mais com a sociedade, transformando a forma com que aprendem, trabalham, e se divertem.

Ainda segundo Evans (2011), o ser humano evolui devido a comunicação, como exemplo é citada a descoberta do fogo, pois após descobri-lo, foi necessário apenas compartilhar a informação, um outro exemplo atualmente utilizado foi a descoberta da estrutura do DNA, e que as moléculas compartilham informações genéticas para as próximas gerações, partindo dessa informação publicada por James Watson e Francis Crick no ano de 1953, houve um imenso avanço na medicina e genética. Seguindo esse princípio, podemos observar que a partir de dados que são a matéria-prima da informação, pois, por meio

deles podemos observar padrões e tendências, e informações juntas formam o conhecimento, que por sua vez é constituído por informações de que alguém possui conhecimento, unindo conhecimento e experiências é formada a sabedoria.

A Figura 10 apresenta a pirâmide que compõe a sabedoria.

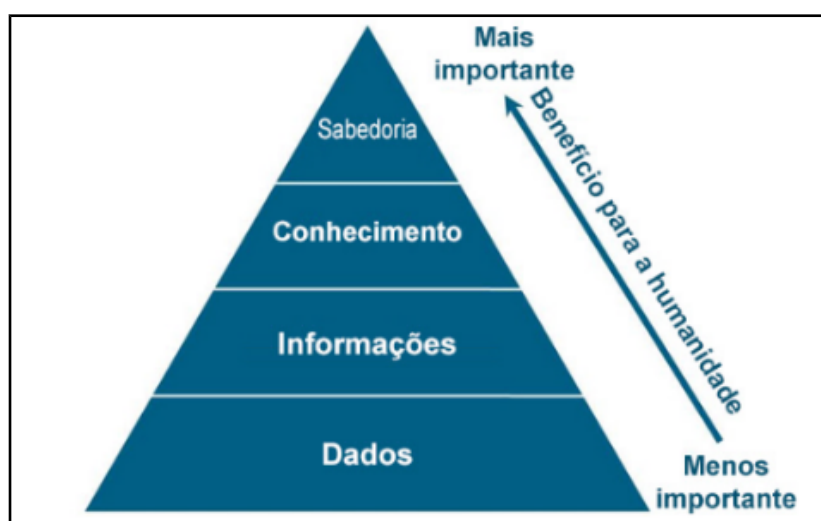


Figura 10: Dados Transformados em Sabedoria (In: EVANS, 2011)

5.2 ACESSIBILIDADE

Sendo a acessibilidade um direito de todo cidadão, mesmo possuindo alguma deficiência ou não, ainda encontramos situações onde fica evidente a carência de materiais que auxiliem o deficiente (TAVARES, 2015).

De acordo com Garcia (2016), o Brasil possui um índice de 45,6 milhões de cidadãos com algum tipo de deficiência, sendo visual, mental, auditiva ou motora. Sendo o principal conceito de IoT conectar coisas e pessoas a redes, pode ser ainda mais explorado se pensarmos em aumentar a acessibilidade para deficientes que ainda possuem dificuldades relacionadas com a falta de interação social.

A educação profissional para um deficiente é uma das adversidades mais críticas enfrentadas, pois é a base para a inclusão no mercado de trabalho e na sociedade. Os portadores de deficiência possuem o mesmo direito de que todos usufruem, porém, para que sejam integrados a sociedade atual é preciso excluir algumas barreiras sociais e ambientais, desenvolver e adaptar programas adequados a elas, disseminar conteúdos em formatos especiais e disponibilizar dispositivos tecnológicos de apoio (MENDONÇA, 2016).

Atualmente o Arduino tem sido utilizado em alguns projetos no contexto de IoT voltados a acessibilidade, como por exemplo um projeto de automação residencial assistiva proposto por Koressawa (2015), o projeto partiu da ideia de criar uma casa onde pessoas com a saúde debilitada como idosos ou até deficientes físicos poderiam ter mais segurança e independência. Utilizando sensores conectados a rede e ao Arduino, o usuário poderia contar com várias funcionalidades que facilitam as atividades do seu cotidiano desde um simples acender de lâmpada por sensores de presença, quanto a potes de remédio que avisam o horário de ser feito o uso do medicamento.

Outro exemplo do uso de Arduino com IoT para garantir maior acessibilidade a deficientes, é o IOM (Interface Mouse Óculos), o sistema conta com óculos, que por meio de sensores monitora o movimento dos olhos e controla funções de uma residencia por meio de um computador conectado a rede.

5.3 TECNOLOGIA ASSISTIVA

A expressão Tecnologia Assistiva foi concebido a pouco tempo para mencionar ferramentas e serviços construídos com o objetivo de aumentar habilidades de deficientes. Com isso é indispensável que a escola como local inclusivo, as utilize nas mais diversas áreas pedagógicas (BERALDI, 2017).

Ainda segundo Beraldi (2017), a Tecnologia Assistiva para muitas pessoas é usada como forma de incentivo para que tenham um contato com principais elementos da sociedade, para a interação e comunicação.

6 – PROPOSTA E DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Neste capítulo será apresentada a especificação do modelo proposto neste trabalho. A solução desenvolvida constitui-se por duas partes: a parte física, composta de um dispositivo eletrônico ligado aos servos motores e conectado ao aplicativo e gerenciados pelo programa carregado para o Arduino, e a parte do aplicativo para smartphones e tablets com Android. As partes serão detalhadas nos capítulos seguintes.

6.1 – Definição do Problema

A definição do problema foi constituído a partir do desenvolvimento de uma aplicação criada com a plataforma Google Android, juntamente com um protótipo eletrônico utilizando conceitos de IoT utilizando a plataforma Arduino, onde a comunicação entre as duas tecnologias é estabelecida por meio de Sockets. Buscando auxiliar indivíduos com deficiência visual no processo de alfabetização, o projeto almeja abstrair informações visíveis, especificamente textos em forma de Braille.

6.2 – Definição da Proposta de Trabalho

Este trabalho tem como objetivo estudar e explorar os conceitos de Internet of Things e sua aplicação no auxílio da alfabetização e inclusão social de deficientes visuais e profissionais da educação, afim de desenvolver um protótipo que simule o alfabeto em Braille a partir do comando de voz acionado via software por um dispositivo com Android.

Para isso, no dispositivo físico da solução proposta foi utilizada a plataforma de prototipagem Arduino para simular a posição dos pontos em relevo utilizados pelo método de leitura e escrita do Braille, sendo que, tais plataformas, tanto Android como o Arduino serem fundamentadas no conceito de software e hardware livres, são de baixo custo, ser

de fácil implementação. Serão utilizados também alguns componentes eletrônicos integrados ao Arduino como os Servos motores, módulo de módulo Wifi. Para a comunicação entre os dispositivos Android e Arduino, foi integrado no Arduino um módulo de comunicação Wifi conectado a um roteador WiFi. Na parte móvel (interface) será desenvolvido um aplicativo para Android que envie o comando de voz em forma de texto para o Arduino por meio de Sockets.

Os Sockets são mecanismos de comunicação utilizados para implementar modelos de máquinas cliente/servidor, geralmente sua comunicação é efetuada por mensagens enviadas do cliente ao servidor, nessas mensagens é solicitado que alguma tarefa seja realizada, após executada a tarefa o servidor envia a resposta para a máquina cliente (ALVES, 2008).

6.3 – ARQUITETURA DO PROJETO

O projeto apresenta uma aplicação desenvolvida para dispositivos móveis que utilizam o sistema operacional Android, o objetivo é desenvolver uma aplicação de fácil interação para o usuário utilizando o pacote Android Speech para executar o reconhecimento do comando de voz .

A arquitetura é ilustrada na Figura 11, sendo que, o usuário informa a letra ou palavra desejada via comando de voz, em seguida, a aplicação busca o referente comando nos servidores da Google, faz o reconhecimento, e efetua a conversão da linguagem oral para a textual, por fim o texto é enviado ao Arduino que faz a simulação da letra no formato do Braille.

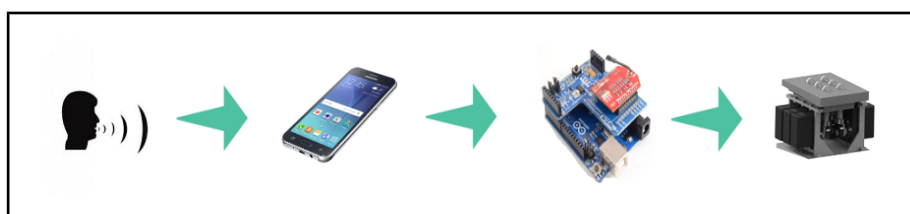


Figura 11: Arquitetura do Projeto

Devido a necessidade da aplicação a tela inicial contará apenas com um botão para iniciar a leitura sonora do texto desejado e uma caixa de texto, conforme mostra a Figura 12.

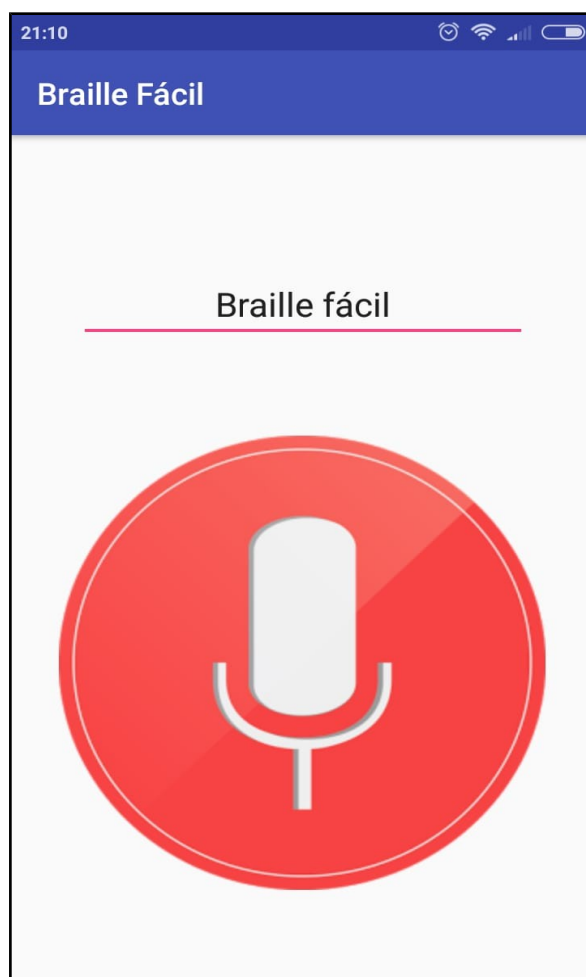


Figura 12: Tela Inicial do Projeto

Na parte física do projeto, onde foi utilizado o Arduino integrado com o módulo Wifi Esp8266 conforme apresentado na Figura 13, os Micro Servos foram alinhados de forma que quando houver uma palavra a ser exibida os mesmos atuam simulando as letras do alfabeto em símbolos Braille Figura 14, com os 6 Micro servos é possível efetuar a simulação da palavra enviada letra por letra tornando a leitura mais fácil.

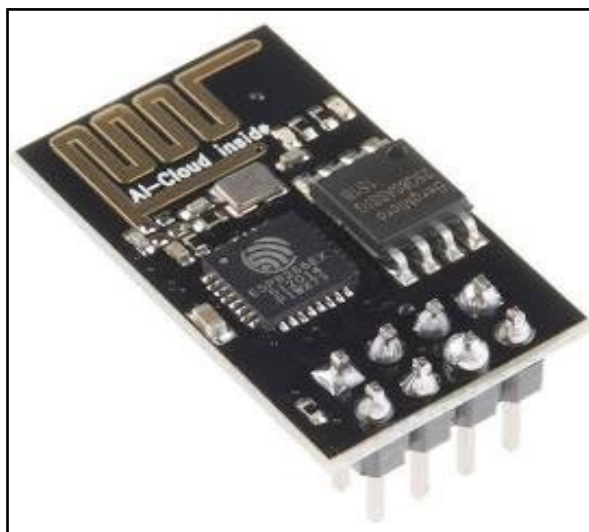


Figura 13: Módulo Wifi Esp8266

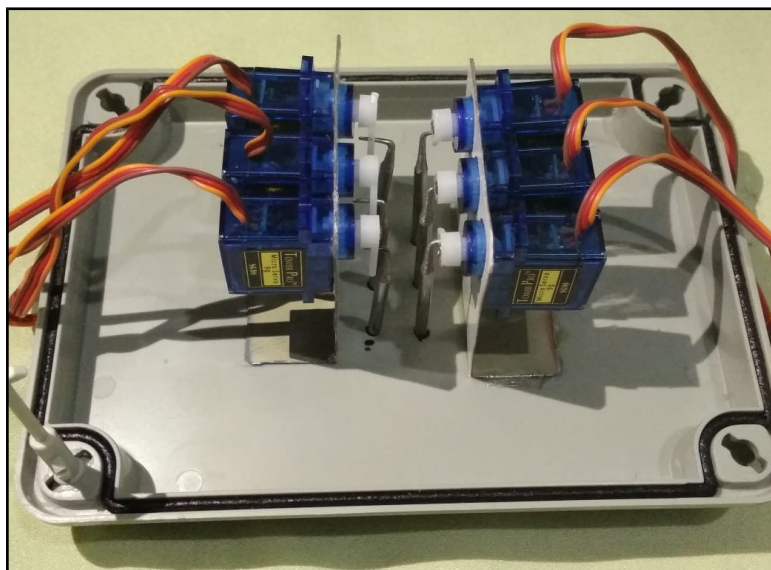


Figura 14: Simulador de Cella Braille

A partir do acionamento dos Micros Servos é possível que o deficiente visual identifique a letra formada em Braille, a Figura 15 demonstra o relevo dos pontos simulando a letra “É” no protótipo desenvolvido.



Figura 15: Protótipo Acionado

A cada letra simulada no dispositivo, é necessário a confirmação de que letra exibida foi a que o usuário requisitou, sendo assim, o DFPLAYER é responsável pela função de exibir cada carácter simulado, de maneira audível, o módulo DFPLAYER executa o áudio informando qual foi a letra demonstrada.

A arquitetura da ligação do módulo DFPLAYER é apresentada na Figura 16.

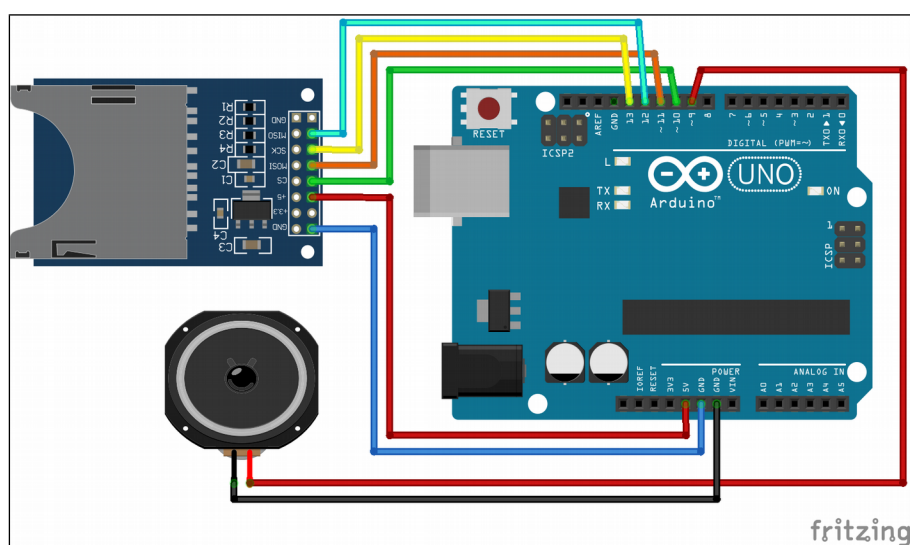


Figura 16: Arquitetura de Ligação DFPLAYER

7 – CONCLUSÃO

Devido a complexidade da alfabetização por meio do sistema Braille, no Brasil é comum encontrarmos deficientes visuais que desistem do aprendizado, a carência de materiais didáticos na área da educação do deficiente visual também acaba dificultando que o professor desenvolva o treinamento tátil do aluno, o que afeta diretamente no rendimento escolar do indivíduo.

Com o avanço da tecnologia na área de IoT, a imersão deste dispositivo no meio acadêmico busca facilitar a interação entre o profissional da educação e o aluno, bem como desenvolver um protótipo que permita uma maior independência para os estudos do aluno.

A proposta do projeto desenvolvido além de auxiliar professores e alunos, foi também de explorar o uso de IoT voltada a acessibilidade do deficiente visual, implementando uma aplicação na plataforma Google Android controlada por comando de voz por meio da API Android Speech juntamente com a comunicação sem fio via Sockets com Arduino.

Com a proposta final deste projeto, foi desenvolvido uma aplicação utilizando os conceitos de IoT, aplicando a comunicação Wifi via Sockets entre a plataforma Arduino e Google Android, bem como o uso do comando de voz da API Android Speech para o acionamento do dispositivo eletrônico que simula o alfabeto no Sistema Braille.

7.1 – TRABALHOS FUTUROS

Partindo do conceito da arquitetura proposta é possível dar continuidade no desenvolvimento de novos dispositivos, afim de promover a integração dos indivíduos portadores de deficiência visual também em outras áreas, seguindo o princípio da comunicação sem fio entre o dispositivo móvel Android controlado por comando de voz, e

um dispositivo eletrônico acionado por um controlador Arduino, pode-se integrar por exemplo uma impressora que receba um texto e imprima a saída em Braille .

Seguindo este conceito, é possível ainda realizar a integração deste projeto em uma Smart House, controlada inteiramente pela aplicação, de forma que o usuário tenha o acesso a equipamentos como aparelhos de som, ar condicionado, temperatura do banho, controle de fechamento das portas e janelas, contribuindo para o conforto e segurança do indivíduo.

Outra aplicação interessante para este modelo de projeto, seria a utilização do mesmo para a interação do deficiente nas redes sociais, onde apesar de em algumas existirem a escrita por comando de voz, na maioria das vezes ainda não efetuam a leitura de forma audível, nem a impressão na forma do Sistema Braille.

REFERÊNCIAS

ALVES NETO, Pedro Otávio; SILVA, Robson Soares. Tecnologias de sistemas distribuídos implementadas em Java: Sockets, RMI, RMI-IIOP e CORBA. 2008.

APUFPR – SSind. **Acesso à educação é desafio para cegos no Brasil**. Paraná. Disponível em <<http://apufpr.org.br/acesso-a-educacao-e-desafio-para-cegos-no-brasil/>> Acesso em 07/11/2017

ARAÚJO, Adorilson Bezerra de. **Estudo empírico de análise da compatibilidade de aplicações Android com diferentes versões da API da plataforma**. 2017. Dissertação de Mestrado. Brasil.

BAPTISTA, J. A. L. S. A invenção do Braille e a sua Importância na Vida dos Cegos. **Lisboa: Gráfica**, v. 2000, n. 9, 2000.

BERALDI, Gabriel Moreira; GONÇALVES, João Luiz Almeida Glioche. Tecnologia Assistiva na escola e a construção de uma impressora em Braille. *Revista do Seminário Mídias & Educação*, v. 3, 2017.

BORGES, José Antonio; PAIXÃO, Berta Regina; BORGES, Sonia. Projeto DEDINHO- Alfabetização de crianças cegas com ajuda do computador. **Rio de Janeiro**, 2008.

BORGES, Thiago Henrique Ferreria. Arduino–Automação residencial. **Jornada Acadêmica da UEG campus Santa Helena de Goiás**, v. 7, n. 1, 2016.

CERQUEIRA, Jonir Bechara. O legado de Louis Braille. **Revista Benjamin Constant, Rio de Janeiro, Edição especial**, v. 2, 2009.

DA SILVA, Aline Maira. **Educação especial e inclusão escolar: história e fundamentos**. Editora Ibepex, 2010.

DA SILVA, Artur Olímpio F. Gonçalves. O sistema braille—um meio fundamental para a inclusão sócio profissional das pessoas cegas. **Revista Lusófona de Economia e Gestão das Organizações**, n. 1, 2015.

DEITEL, Harvey; DEITEL, Paul; DEITEL, Abbey. **Android: Como programar**. Bookman Editora, 2015.

DIAS, Eliane Maria; BATISTA DE ALMEIDA VIEIRA, Francileide. O processo de aprendizagem de pessoas cegas: um novo olhar para as estratégias utilizadas na leitura e escrita. **Revista Educação Especial**, v. 30, n. 57, 2017.

DORNELES, Claunice Maria; PAVAN, Ruth. A concepção de in/exclusão da pessoa com deficiência visual na perspectiva histórica. **Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**, n. 38, p. 151-168, 2014.

EVANS, Dave. A Internet das Coisas. **San José: Cisco IBSG**, 2011.

EVANS, Martin; NOBLE, Joshua; HOCHENBAUM, Jordan. **Arduino em ação**. Novatec Editora, 2013.

FARIA, Alessandro de Oliveira. Programe seu androide. **Linux Magazine**, Brazil, 5 p. 28 maio 2010.

KORESSAWA, Paula Key; YAMAMOTO, Diogho Garcia. Automação residencial assistiva para pessoas com deficiência e idosos. 2015.

LECHETA, Ricardo R. **Google Android-3ª Edição: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. Novatec Editora, 2013.

LIMA, Welton Dias. Android e a influência do Sistema Operacional Linux. **TECNOLOGIAS EM PROJEÇÃO**, v. 8, n. 1, p. 100-111, 2017.

KARTIKA, Linda; HAPSARI, Gita Indah; MUTIARA, Giva Andriana. **Smart-Cane for The Blind with Wind Direction Position based-on Arduino**. 2015.

MACHADO, Ricardo da Silva Floriano. Modelagem e participação de uma aplicação LBS utilizando a plataforma Android. 2010.

MARTINS, Rafael Vieira. ENADE SIMULADO–APLICATIVO ANDROID PARA SIMULAÇÃO DAS PROVAS DO ENADE. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT**, v. 4, n. 2, p. 37, 2017.

MCROBERTS, Michael. Arduino básico. **São Paulo: Novatec**, v. 1, 2011.

MENDONÇA, ANA ABADIA DOS SANTOS. Inclusão Digital das Pessoas com Deficiência na Escola. **SIED: EnPED-Simpósio Internacional de Educação a Distância e Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância**, 2016.

MONK, Simon. **Programação com Arduino: começando com Sketches**. Bookman Editora, 2017.

MONK, Simon. **Programação com Arduino II: Passos avançados com sketches**. Bookman Editora, 2015.

NICOLAIEWSKY, C. de A.; CORREA, Jane. Escrita ortográfica e revisão de texto em braille: Uma história de reconstrução de paradigmas sobre o aprender. **Cadernos Cedes**, v. 28, p. 229-244, 2008.

ROZSA, Vitor et al. O paradigma tecnológico da Internet das coisas e sua relação com a Ciência da Informação. **Informação & Sociedade**, v. 27, n. 3, 2017.

SILVESTRE, MATHEUS POLTRONIERI. Desenvolvimento de um sistema de apoio ao tratamento de pacientes com desvios fonológicos para plataforma android. 2015.

SOARE, Alberto Magno Muniz. Análise de objetos a partir da extração da memória RAM de sistemas sobre Android Run-Time (ART). 2017.

TAVARES FILHO, Cícero et al. Acessibilidade física, nos espaços e mobiliário da Biblioteca Nísia Floresta Brasileira Augusta do IFRN-Campus Parnamirim, voltada para os usuários com deficiência física. 2015.

GARCIA, Cleiton da Gama et al. Uma arquitetura para contribuir com a acessibilidade de PCDVs explorando a internet das coisas. 2016.

GINDRI, Alexandre Felin. Estudo de injeção de falhas para a máquina virtual do sistema Android. 2011.

GOMES, RAFAEL CAVEARI et al. Sistema Operacional Android. **Universidade Federal Fluminense**, 2012.

VARELA, Vívian. Rastreamento endêmico da dengue, zika e chikungunya via Android e sistema de informação geográfica (SIG). 2017.

VERIZON. State of the Market: Internet of Things. New Jersey. p.24, 2016.

WARREN, John-David; ADAMS, Josh; MOLLE, Harald. Arduino for robotics. In: **Arduino robotics**. Apress, Berkeley, CA, 2011. p. 51-82.