

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

MAYARA FREITAS DE OLIVEIRA

**PROTOTIPAÇÃO DE APLICATIVO MÓVEL PARA ASSISTÊNCIA AO
DEFICIENTE VISUAL COM SEMÁFORO AUTOMATIZADO**

CRICIÚMA

2018

MAYARA FREITAS DE OLIVEIRA

**PROTOTIPAÇÃO DE APLICATIVO MÓVEL PARA ASSISTÊNCIA AO
DEFICIENTE VISUAL COM SEMÁFORO AUTOMATIZADO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Esp. Sérgio Coral

CRICIÚMA

2018

MAYARA FREITAS DE OLIVEIRA

**PROTOTIPAÇÃO DE APLICATIVO MÓVEL PARA ASSISTÊNCIA AO
DEFICIENTE VISUAL COM SEMÁFORO AUTOMATIZADO**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel no Curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Automação.

Criciúma, 25 de junho de 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Sérgio Coral – Esp. - (UNESC) - Orientador



Prof. Anderson Luis Furlan – Esp. Me. - (CEDUP)



Prof. Fabrício Giordani – Esp. - (UNESC)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por ter me capacitado e colocado pessoas à minha volta para me ajudar quando pensei em desistir.

À minha família pelo apoio e preocupação durante toda essa jornada. Aos meus irmãos, Arthur Freitas de Oliveira e Mayra Freitas de Oliveira pela compreensão durante todos os finais de semana em que não pude estar com eles para desenvolver este trabalho.

Aos meus pais Edilson da Silva de Oliveira, e Mara Rúbia Regina de Freitas de Oliveira pelo incentivo, apoio e compreensão ao longo de todos os semestres desde o início da faculdade.

Agradeço às minhas avós Marlene Miranda de Oliveira e Zenaide da Silva de Freitas pelas orações e palavras de carinho nos momentos em que precisei.

Aos meus primos Lucas Fraga de Freitas e Eduardo Fraga de Freitas pelas tardes gravando o vídeo demonstrativo para a minha apresentação.

Aos meus colegas de turma que se tornaram amigos, e estiveram comigo ao longo das disciplinas sendo companheiros, madrugando com trabalhos e estudando para provas, possibilitando que eu chegasse até aqui.

Agradeço aos meus professores, que sempre compartilharam da melhor forma seus conhecimentos com paciência e dedicação. Em especial, ao professor Sérgio Coral, que como meu orientador, foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho, sabendo direcionar as etapas do desenvolvimento e me incentivar quando necessário.

Aos professores Fabrício Giordani e Matheus Leandro Ferreira, que gentilmente contribuíram para o meu aprendizado e agregaram no desenvolvimento do protótipo, à professora Merisandra Côrtes de Mattos que contribuiu para o desenvolvimento do trabalho escrito com as revisões feitas nas disciplinas de TCC II e TCC III e ao professor Anderson Luís Furlan que deu sua contribuição para aprimorar o trabalho, como membro da banca examinadora.

Agradeço aos meus líderes, gerentes e colegas de trabalho que me apoiaram e torceram por mim, em especial aos meus colegas Ricardo Cardoso Felipe, que cedeu o Raspberry PI para o desenvolvimento do trabalho e disponibilizou do seu tempo e conhecimento para contribuir no desenvolvimento do

protótipo do semáforo, e Josias Soares, que compartilhou seus conhecimentos que foram de extrema importância ao longo do desenvolvimento do aplicativo.

RESUMO

O uso de tecnologias para auxiliar pessoas com deficiência vem sendo muito utilizado, e tem se tornado uma responsabilidade para o profissional da área de tecnologia buscar desenvolver, não só sistemas e aplicativos comuns, que se utiliza no dia a dia, mas algo que, de alguma forma, tenha um impacto social e melhore a qualidade de vida das pessoas. Sendo assim o presente trabalho traz uma visão geral a respeito de deficiência visual e busca criar uma solução tecnológica, um aplicativo mobile, que auxilie pessoas com essa deficiência a identificar o status do semáforo de pedestres para atravessar as ruas. Para isso foram levantadas as tecnologias necessárias para a implementação do protótipo e o mesmo foi desenvolvido com o intuito de simular o cenário real da situação problema com todos os elementos, sendo eles o semáforo de pedestres e o aplicativo. Assim, foi necessário também um estudo mais aprofundado das ferramentas utilizadas para que fosse feita da melhor forma o acesso do aplicativo aos dados de status do semáforo. Isso resultou no aplicativo que obtém essa informação e expõe por comandos de voz a situação do semáforo.

Palavras-chave: Deficiência Visual. Semáforo. Aplicativo. Tecnologia. Acessibilidade.

ABSTRACT

The use of technologies to assist people with a deficiency is being used a lot. It has become a responsibility of the professional in the technological area to seek development not only in systems and common apps that are utilized daily, but also to have a social impact and improve the person's quality of life.

That being said, the present work brings a general perspective about visual impairment and seeks to create a technological solution, a mobile app. It can assist people with this impairment to identify the status of traffic lights for pedestrians to cross. For that, the technology necessary to build the prototype were listed. It was developed with the intention of simulating a life like scenario and situation. A more profound study of the tools used was also necessary for the access for the data of the traffic light to be made the best way. This resulted in the app that obtains and acquires the information and exposes the current situation of the traffic light through voice commands.

Kew words: Visual Impairment. Traffic Lights. App. Technology. Acessibility.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Deficiente visual se orientando através do piso tátil.....	16
Figura 2 – Interface do aplicativo CPqD Alcance	19
Figura 3 - Interface do Android Studio.....	28
Figura 4 - Estruturas XML e JSON.....	32
Figura 5 - Exemplo de URL aleatória do Ngrok.....	33
Figura 6 - Exemplo de URL estática do Ngrok	33
Figura 7 - Raspberry PI	34
Figura 8 - Propriedades do Raspberry PI 3 Modelo B.....	35
Figura 9 – Protótipo do sistema semafórico	42
Figura 10 - Arquivo JSON com o status do semáforo	42
Figura 11 - Terminal do Raspberry PI, servidor em operação.....	44
Figura 12 - Terminal do Raspberry PI, com a URL de exposição do servidor.....	44
Figura 13 – Telas do protótipo do aplicativo.....	45
Figura 14 – Tela do aplicativo retornando os status do semáforo de pedestres	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ranking de sistemas operacionais móveis - 2016.....	26
Quadro 1 – Versões do Android.....	27
Tabela 2 – Métodos da arquitetura REST	31
Tabela 3 – Materiais para prototipação do semáforo	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
CAP	Centro de Apoio Pedagógico para Atendimento às Pessoas com Deficiência Visual
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
Hi-Fi	<i>High Fidelity</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IDE	<i>Integrated Drive Electronics</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
KNN	<i>k-Nearest Neighbor</i>
NPM	<i>Node Package Manager</i>
REST	<i>Representational State Transfer</i>
RSS	<i>Received Signal Stranght</i>
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i>
TA	Tecnologia Assistiva
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
W3C	<i>World Wide Web Consorsium</i>
Wi-fi	<i>Wireless Fidelity</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO GERAL	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.3 JUSTIFICATIVA	13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 DEFICIÊNCIA VISUAL	15
2.1 USO DA TECNOLOGIA COMO ASSISTÊNCIA AO DEFICIENTE VISUAL	17
3 ACESSIBILIDADE E USABILIDADE	20
3.1 TECNOLOGIA ASSISTIVA	22
4 SEMÁFOROS	24
5 DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS	26
5.1 DESENVOLVIMENTO MÓVEL: ANDROID.....	26
5.1.1 Bibliotecas Retrofit, GSON e MediaPlayer	29
5.2 CONEXÕES SEM FIO	29
5.3 WEB SERVICE	30
5.3.1 JSON: <i>JavaScript Object Notation</i>	31
5.3.2 Node.js	32
5.3.3 Ngrok	33
5.4 RASPBERRY PI 3.....	34
6 TRABALHOS CORRELATOS	36
6.1 FERRAMENTA PARA LOCALIZAÇÃO EM AMBIENTE CONTROLADO UTILIZANDO MAPA DE SINAIS WIRELESS.....	36
6.2 AUTOMAÇÃO DE SISTEMA SEMAFÓRICO.....	37
6.3 ACESSIBILIDADE DIGITAL PARA CEGOS: UM MODELO DE INTERFACE PARA UTILIZAÇÃO DO MOUSE	37
6.4 ACESSIBILIDADE DE DEFICIENTES VISUAIS AOS AMBIENTES DIGITAIS/VIRTUAIS	38
7 ASSISTÊNCIA AO DEFICIENTE VISUAL ATRAVÉS DA TECNOLOGIA PARA A IDENTIFICAÇÃO DA SINALIZAÇÃO ELETRÔNICA	40
7.1 METODOLOGIA.....	40
7.1.1 Pesquisas	40
7.1.2 Desenvolvimento da prototipação do semáforo com uso do Raspberry Pi	41

7.1.3	Elaboração do <i>web service</i>	43
7.1.4	Implementação do aplicativo	44
7.1.5	Testes do protótipo	46
8	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	48
9	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A deficiência visual é uma limitação que atinge boa parte da população e afeta radicalmente a forma como a pessoa é conduzida à diversas situações do cotidiano, já que a visão é um dos sentidos mais importantes do ser humano por permitir captar as informações à sua volta (GIL, 2001). A visão é o sentido que permite assimilar o mundo exterior para orientar-se principalmente quanto à localização.

Por mais que as pessoas com deficiência visual tenham o apoio de familiares, amigos, pessoas que os acompanhe, ou façam o uso de bengalas articuladas e cães guia para se orientar em ambientes externos (HOFFMANN; SEEWALD, 2003), isso causa uma certa dependência que faz com que, algumas pessoas, se sintam desconfortáveis.

Em ambientes internos, geralmente as pessoas estão mais habituadas com a localização, como em casa, onde conseguem ter uma “memória” do lugar para saber por onde podem ou não passar com segurança, e é bem provável também que nesses casos haja uma certa acessibilidade para facilitar a locomoção autônoma do indivíduo.

Com base nesse cenário, e pensando em facilitar o cotidiano do deficiente visual, a tecnologia propõe diversas soluções como auxílio, desde a pessoa que não enxerga completamente nada até a pessoa com baixa visão, que teve apenas parte do sentido comprometido (AMPUDIA, 2011). É sabido que uma das finalidades da tecnologia é facilitar de alguma forma alguma atividade na vida das pessoas, sendo assim, a presente pesquisa fundamenta o desenvolvimento de um projeto para auxiliar o deficiente visual a atravessar a rua com mais autonomia utilizando de aplicativos, dispositivos móveis, conexões sem fio e outras ferramentas para o desenvolvimento de soluções tecnológicas.

Para obter um bom resultado torna-se primordial conhecer a necessidade do deficiente visual e encaixar a solução por meio da tecnologia no cenário proposto. Fazer uso dos recursos da melhor forma possível para que atenda aos requisitos

propostos.

Assim sendo, foi realizado um estudo com o intuito de conhecer e entender as necessidades e dificuldades do deficiente visual, verificar as tecnologias disponíveis no mercado para a finalidade de assistência à essas pessoas. Foram apurados os conceitos, metas e regras de acessibilidade e usabilidade para reconhecer sua importância dentro e fora das soluções computacionais e aplicar o mínimo necessário para um bom resultado. Averiguou-se as tecnologias que podem ser utilizadas para o desenvolvimento de tal aplicação, em conjunto com o que já vem sendo utilizado. A metodologia do desenvolvimento do projeto teve início pela pesquisa de conceitos e aplicações já existentes na área tecnológica referente à mesma situação abordada, posteriormente o estudo dos recursos escolhidos para utilizar e o desenvolvimento da solução proposta.

1.1 OBJETIVO GERAL

Disponibilizar um protótipo de aplicativo móvel e semáforo automatizado que permita ao deficiente visual autonomia na travessia de vias.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa consistem em:

- a) conhecer o cenário do deficiente visual e suas dificuldades;
- b) apontar as tecnologias já existentes para auxiliar deficientes visuais em suas atividades;
- c) avaliar os conceitos de acessibilidade e usabilidade em geral e aplicados à tecnologia;
- d) implementar a prototipação de uma solução por meio do desenvolvimento de um aplicativo móvel em conjunto com semáforo automatizado.

1.3 JUSTIFICATIVA

O uso de tecnologias para auxiliar pessoas com deficiência visual, intelectual ou física vem sendo muito utilizado, e tem se tornado uma responsabilidade para o profissional da área de tecnologia buscar desenvolver, não só sistemas e aplicativos comuns, que se utiliza no dia a dia, mas algo que, de alguma forma, tenha um impacto social e melhore a qualidade de vida das pessoas.

A autonomia adquirida por deficientes visuais através da tecnologia inicia-se por coisas simples como enviar mensagens de texto, ouvir livros por audioteca, entre outros. Para o deficiente visual são importantes ações que garantam a sua segurança e conseqüentemente tranquilidade (BBC, 2013).

Uma ferramenta que permita o portador de deficiência visual ter autonomia para andar pelas ruas sozinho promove benefícios para ele e para as pessoas à sua volta, já que dessa forma não haverá a necessidade de sair de casa acompanhado. Os semáforos com avisos sonoros nem sempre têm o efeito esperado pelo fato que, hoje com a poluição sonora das cidades, possa ser difícil identificar o momento em que ele alerta que é possível atravessar a rua com segurança.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho é composta por nove capítulos, divididos entre os estudos a respeito da situação problema e das tecnologias utilizadas.

O primeiro capítulo é uma introdução ao assunto a ser tratado ao longo dos próximos capítulos do presente trabalho, ele contextualiza seus objetivos e objetos de pesquisa.

Em seguida, o segundo capítulo aborda definições a respeito da deficiência visual, as dificuldades enfrentadas por essas pessoas em seu cotidiano e como elas fazem uso da tecnologia a seu favor.

Para abranger todo o cenário envolvido na situação problema, o terceiro

capítulo trata sobre os semáforos, iniciando pela definição e os objetivos da sua funcionalidade. Ele é necessário por ser um dos objetos do desenvolvimento do trabalho.

No quarto capítulo são explanados os conceitos, métricas e aplicações de acessibilidade e usabilidade, dentro e fora da computação.

Para expor as tecnologias utilizadas, encontra-se no capítulo cinco as ferramentas, linguagens, bibliotecas e demais elementos computacionais utilizados na implementação do projeto.

O capítulo seis traz trabalhos que abordam assuntos semelhantes ao apresentado neste trabalho, com o intuito de mostrar outras formas de pesquisa e abordagem dos temas.

Logo após, o capítulo sete descreve a metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho, demonstrando com ilustrações e explicações as fases e relutâncias.

No capítulo oito estão as análises e discussões dos resultados.

Por fim, o capítulo nove trás as conclusões a respeito do estudo e desenvolvimento.

2 DEFICIÊNCIA VISUAL

Deficiência visual é o comprometimento parcial (de 40% a 60%) ou total da visão, quando esta não pode ser corrigida com cirurgias ou aperfeiçoada com o uso de óculos e lentes de contato. Por isso, pessoas com doenças como miopia, astigmatismo ou hipermetropia não são considerados deficientes visuais (AMPUDIA, 2011).

O termo correto para referir-se às pessoas com essa limitação é “deficiente visual”, não é adequado chamar o deficiente visual de cego ou portador de deficiência visual pois o indivíduo não porta uma deficiência, ele tem uma deficiência, isso faz parte dele. (ROCHA, 2014).

Pode-se dividir a deficiência visual entre pessoas com (LIMA; NASSIF; FELIPPE, 2007):

- a) cegueira: consiste na perda total da visão ou ter o mínimo dela. Nesses casos o indivíduo necessita do sistema Braille como meio de leitura e escrita;
- b) baixa visão ou visão subnormal: onde parte do funcionamento da visão em ambos os olhos, mesmo após tratamentos e cirurgias, é comprometido. Em alguns casos, quem possui baixa visão ainda consegue ler com o auxílio de recursos ópticos especiais.

Há inúmeras causas para a deficiência visual. O indivíduo pode nascer com ela ou ter a perda ao longo da vida. Na fase da infância as escolas estão presentes no auxílio ao diagnóstico da ausência deste sentido. Aconselha-se que sejam feitos exames de acuidade visual assim que forem percebidas atitudes como dificuldades na leitura, dores de cabeça e vista cansada durante as aulas (AMPUDIA, 2011).

De acordo com o Decreto Nº 7.611, de 17 de novembro de 2011, o Estado deve oferecer assistência técnica e financeira para ter atendimento especializado em toda a rede pública de ensino. Para isso os gestores das escolas devem solicitar às Secretarias de Educação o requerimento desses recursos.

Com base em dados estatísticos constatou-se que 6,2% da população brasileira possui algum tipo de deficiência: auditiva, visual, física ou intelectual. A deficiência visual atinge 3,6% dos brasileiros, sendo 11,5% com mais de 60 anos.

No sul do país concentram-se 5,4% da população com deficiência visual e a pesquisa mostrou que 6,6% utiliza algum recurso para auxiliar na locomoção, como bengala articulada ou cão guia (VILLELA, 2015).

A visão é muito importante, pois é o que conecta o indivíduo com o mundo exterior. Assim como a audição, ela capta os registros e ordena no nível cerebral as informações enviadas pelos outros órgãos (GIL, 2001). Por isso a falta dela é tão impactante no cotidiano do indivíduo.

A realidade do deficiente visual é diferenciada da realidade das pessoas que não possuem essa limitação. É necessário que alguém esteja sempre o acompanhando em atividades do cotidiano, apesar de algumas pessoas conseguirem executar diversas tarefas sozinhas, desde ler pelo sistema Braille ou como o apoio de equipamentos que ampliam as letras, até interagir por meios tecnológicos, mesmo com outros equipamentos no mercado, a bengala ainda é um dos meios mais comuns utilizados pelos deficientes visuais para auxiliar na locomoção (HOFFMANN; SEEWALD, 2003). Outro elemento importante para a locomoção do deficiente visual é o piso tátil, comum em calçadas nas ruas, mas também pode ser utilizado em locais internos garantindo a acessibilidade (BRASIL, 2017). A figura 1 mostra o uso do piso tátil para deficientes visuais.

Figura 1 - Deficiente visual se orientando através do piso tátil



Fonte: Brasil (2017).

Cães guia também são bastante utilizados, e além da assistência que o animal proporciona ao indivíduo, se torna um amigo e companheiro do seu dono. Entende-se que além dos benefícios que o cão guia pode trazer, sendo um apoio

social ao deficiente visual, as pessoas preferem a companhia dos animais por se sentirem mais independentes (DOTTI, 2005 apud CLERICI, 2009).

Andar desacompanhado se torna uma jornada difícil, pelo perigo apresentado nas ruas. Uma simples alteração na calçada pode gerar um acidente e conseqüentemente desconforto e constrangimento tanto por parte do deficiente visual quanto por parte das pessoas a sua volta. É comum que as pessoas não saibam como agir em frente à situação de ter que prestar ajuda a quem tem a limitação da visão.

Indo além dos métodos tradicionais, e sendo um dos fins da tecnologia facilitar a vida das pessoas, ela está inserida também no cenário das pessoas com deficiência seja ela do tipo que for. No caso da deficiência visual, a autonomia adquirida através da tecnologia inicia-se por coisas simples como enviar mensagens de texto sem auxílio, ler e efetuar outras atividades. Com isso o deficiente visual se sente mais confiante e com sentimento de integração com a sociedade.

2.1 USO DA TECNOLOGIA COMO ASSISTÊNCIA AO DEFICIENTE VISUAL

De acordo com o dicionário Aurélio (2018), tecnologia é a ciência que aplica os conhecimentos técnicos e científicos em propósitos comerciais os ou industriais. De fato, a definição técnica nos remete ao que temos em nosso cotidiano. A tecnologia é utilizada para fins comerciais, industriais, de entretenimento e de aplicação do conhecimento, mais do que isso, ela está associada a oferecer facilidade e resolução de problemas.

Convivemos com tecnologia dentro de casa, no trabalho e a mobilidade nos permitiu a levar para diversos lugares. Ela nos ajuda a resolver problemas simples como efetuar cálculos na calculadora ou problemas mais complexos, como emitir documentos fiscais por meio de *Enterprise Resource Planning* (ERP) empresariais.

A tecnologia evoluiu de forma muito rápida nos últimos anos, e o seu uso é quase indispensável na maioria das profissões. Junto com a tecnologia cresce o número de pessoas que demonstram interesse em desenvolver soluções para colaborar com as atividades habituais. A visão dos profissionais da área de tecnologia têm sido a de facilitar a vida das pessoas com seus softwares e

equipamentos. E não apenas para as situações costumeiras, mas têm-se proposto soluções que facilitem a rotina das pessoas que têm mais dificuldade como pessoas com algum tipo de deficiência, seja ela física, ou intelectual.

Como em todas as áreas, para propor algo que vá modificar o modo como o indivíduo se comporta em determinada situação, é necessário conhecer o ambiente, as características e as reais necessidades dos mesmos. Um engenheiro precisa conhecer a planta do seu projeto, um analista de sistemas precisa conhecer o problema do seu cliente.

Ter conhecimento do contexto é de extrema importância no âmbito da tecnologia. Quando se pretende desenvolver uma solução tecnológica, o ideal é conhecer o objeto do problema.

Muito se fala em criar soluções que melhorem as atividades cotidianas das pessoas. Segundo Fieira (2013, p.13),

A evolução dos dispositivos móveis, celulares e tablets, aliada a facilidade de comunicação destes aparelhos com as redes sem fios abriram inúmeras possibilidades para o desenvolvimento de aplicações que possam se utilizar destas tecnologias para facilitar a vida das pessoas, principalmente no que diz respeito à comunicação e localização.

Há no mercado uma variedade maior de sistemas e aplicativos para facilitar atividades que envolvem comércio, indústrias e áreas financeiras. Mas existe o setor que visa melhorar o cotidiano de pessoas com algum tipo de deficiência com o uso da tecnologia.

Todos os dias, pessoas com algum tipo de deficiência se beneficiam de aplicativos, softwares e equipamentos, que foram desenvolvidos pensando em facilitar a sua inclusão com a sociedade de uma forma mais simples, independente e acessível.

Existem inúmeras soluções para deficientes visuais, em sua maioria para serem utilizadas nos *smartphones* e tablets. Um exemplo de aplicação da tecnologia no auxílio às pessoas com baixa visão é a utilização de equipamentos eletrônicos que ampliam o conteúdo desejado e possibilitam que essas pessoas possam ler e enxergar imagens de forma a identificá-las com facilidade. Em 2010 pesquisadores da Bonavision Auxílios Ópticos desenvolveram um dispositivo que conectado à TV amplia a imagem em até 40 vezes (ALCÂNTARA, 2010).

Os *smartphones* estão cada vez mais incluindo em suas funcionalidades recursos que permitem a interação de usuários que são deficientes visuais. A Apple desenvolveu o *VoiceOver*, que lê quase tudo o que tem na tela do aparelho. Possui zoom, para quem tem baixa visão, permite troca de cores para facilitar a visualização e pode ser pareado com o iPad e o iPhone com mais de 40 monitores Braille.

O CPqD Alcance é um aplicativo gratuito, disponibilizado para *smartphones* Android. Ele faz narração automática da tela e das principais funcionalidades do celular. Não necessita de cadastro e já se torna a interface do aparelho no momento da instalação.

Na figura 2 é apresentada a interface do aplicativo já sendo a interface padrão do sistema após a instalação. Percebe-se que possui um menu objetivo e simples.

Figura 2 – Interface do aplicativo CPqD Alcance



Fonte: Fonseca (2013).

Aplicações de *audiobook* proporcionam para estas pessoas o prazer das histórias e o aprendizado que é adquirido através dos livros. O Ubook é uma audioteca que possui mais de mil títulos com diversos gêneros literários. Disponível para *download* no Play Store (Android) e App Store (IOS).

Relógios Inteligentes são apostas da Apple e Android. Com o *Android Wear* e o *Apple Watch*, é possível sincronizar com o *smartphone* e ter muito mais funcionalidades do que um relógio comum. Esse tipo de acessório é que está sendo chamado de *Wearable Technologie* ou Tecnologia de Vestir (BERSOT, 2015).

3 ACESSIBILIDADE E USABILIDADE

Os termos acessibilidade e usabilidade andam sempre juntos pois têm um objetivo em comum: tornar algo fácil e alcançável. Na informática estão associados à interface com a qual o usuário irá interagir. Mais especificamente com a facilidade de utilizar esta interface, de encontrar as opções, e de ter cores aplicadas de uma forma em que o conteúdo fique claro aos olhos do usuário.

Os padrões de localização de menu, cores e fontes são úteis para qualquer nível de usuário, mas são extremamente importantes para pessoas com algum tipo de deficiência. Por exemplo, para uma pessoa que possui algum tipo de deficiência intelectual, a capacidade de memorização é limitada, portanto a padronização de localização das opções do menu, é uma estratégia que facilita a experiência de uso deste usuário.

A Norma ISO 9126 foi a primeira a utilizar o termo usabilidade. Ela define usabilidade como os atributos do software que estão ligados ao esforço do usuário quanto a sua utilização. Em agosto de 2002, foi adotada pela ABNT no Brasil sob denominação NBR 9241-11, que define a usabilidade como a forma como usuários específicos conseguem alcançar seus objetivos com eficácia, eficiência e satisfação em um ambiente específico. A mesma norma descreve as metas citadas que resultam no *software* com usabilidade. Algumas delas consiste no contentamento do usuário como (ABNT, 2000):

- a) eficiência: precisão e totalidade com que o usuário consegue alcançar seus objetivos;
- b) eficácia: recursos gastos em relação à conformidade e domínio com as quais os usuários atingem os objetivos;
- c) contexto de uso: considera os usuários, tarefas, dispositivos, ambiente físico e social.

Com isso pode-se perceber o quão relevante é a utilização das métricas de usabilidade para o desenvolvimento de um software que será utilizado por pessoas com deficiência, pois estas visam uma boa experiência de usuário, e propõem que o software seja projetado para se adequar à determinadas situações. Quando se projeta a interface de um *software* deve-se levar em conta seus usuários

para que possa ser aplicada a usabilidade de forma que eles possam aproveitar melhor os recursos disponíveis (MARI, 2001).

Qualquer projeto a ser desenvolvido deve levar em conta a experiência que o usuário vai ter ao utilizar um aplicativo, um *site*, um *software*. A usabilidade visa que os usuários encontrem com facilidade o que buscam nas aplicações e que se sintam tão satisfeitos com o conteúdo apresentado a ponto de voltar.

Aumentaram as expectativas do usuário com relação aos softwares e sua interatividade, não basta apenas ter um bom conteúdo e ser útil, é necessário ter uma interface agradável que proporcione satisfação ao utilizar (CYBS; BETIOL; FAUST, 2015). O termo acessibilidade está presente em diversas áreas, e nos remete a proporcionar fácil acesso, geralmente à deficientes físicos, como ter rampas e elevadores para cadeirantes. É tirar as barreiras que o impedem de se locomover ou de chegar ao local desejado.

A acessibilidade é também regida pela lei, embora nem sempre aplicada em sua totalidade. O decreto-lei 5296 de 2 de dezembro de 2004 que,

Regulamenta as Leis n^os 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade.

Na internet, a acessibilidade está associada à compreensão do usuário ao conteúdo apresentado. Com o desenvolvimento tecnológico cresce a necessidade da acessibilidade por conta da variedade de ambientes virtuais de interação e aprendizagem (MASCARENHAS, 2015, p.6).

É frequente a utilização da expressão acessibilidade na *web*, e dentro desse cenário tem-se o *World Wide Web Consortium (W3C)* que, em conjunto com organizações afiliadas, desenvolvem padrões para a *web* e os disponibilizam gratuitamente para contribuir com a evolução das interfaces acessíveis. Além disso, definem que acessibilidade na *web* significa que pessoas com deficiência, ou pessoas com mais dificuldade, como idosos, podem interagir, entender os conteúdos apresentados, navegar com segurança e autonomia e ainda contribuir para a *web*.

Para isso desenvolveram um modelo que chamam de “Desenho universal”. Ele baseia-se em sete princípios que oferecem os benefícios citados anteriormente. Os fundamentos do Desenho universal consistem em (W3C, 2017):

- a) equiparação nas possibilidades de uso: pode ser usado por qualquer usuário em condições proporcionais;
- b) flexibilidade de uso: possibilita que sejam atendidos diversificados tipos de usuários, com suas individualidades de preferências e habilidades;
- c) uso simples e intuitivo: visa que os diferentes níveis de usuário tenham a mesma compreensão;
- d) informação perceptível: fornece as informações de forma efetiva independentemente das condições ambientais/físicas do usuário;
- e) tolerância ao erro: minimiza as possibilidades de consequências negativas sejam elas geradas por ações voluntárias ou involuntárias;
- f) mínimo esforço físico: pode ser utilizado de forma simples e confortável;
- g) dimensão e espaço para uso e interação: espaço e dimensão que se adequam para o manuseio, interação independente da mobilidade do usuário.

Com essas metas é visível a necessidade e importância da acessibilidade na *web* visto que hoje todos precisam ter acesso às informações contidas na internet, seja para lazer, trabalho ou estudo, e por isso essas informações devem estar disponíveis da forma mais clara para qualquer nível e tipo de usuário.

A cartilha de acessibilidade na *web* do W3C, ainda cita os beneficiados pela acessibilidade, como deficientes visuais que utilizam leitores de tela, deficientes físicos que utilizam de programas ativados por comandos de voz, e deficientes auditivos que fazem uso de vídeo aulas em libras.

3.1 TECNOLOGIA ASSISTIVA

A tecnologia assistiva é um campo relativamente novo que busca oferecer recursos e serviços para ampliar ou desenvolver as habilidades de inclusão de pessoas com deficiência (BERSH, 2017).

No Brasil, existe a Assistiva - Tecnologia e Educação, que é formada por uma equipe especializada em Tecnologia Assistiva (TA) e tem como objetivo oferecer informações conhecimentos que possam ajudar órgãos e instituições que ajudam na inclusão de pessoas com deficiência. Também disponibilizam serviços

por meio da tecnologia assistiva e efetuam avaliações do usuário, ambiente e tarefa a ser desenvolvida por meio da TA.

Nem sempre os recursos utilizados pela TA são computacionais. A comunicação alternativa, por exemplo, é um segmento da tecnologia assistiva que auxilia pessoas sem fala ou escrita funcional, e muitas vezes isso é feito através de cartões e pranchas de comunicação (SORETTO; BERSH, 2017). Está presente principalmente no processo educacional, já que a integração social das pessoas com deficiência, na maioria dos casos, se dá através da escola ou instituição de apoio ao ensino especializado. Os recursos de Tecnologia Assistiva promovem os direitos humanos, pois proporcionam integração e inclusão de pessoas com deficiência (BRASIL, 2009).

4 SEMÁFOROS

O conjunto de sinais e dispositivos de segurança colocados nas ruas são identificados como sinalização de trânsito e seu objetivo é manter a ordem e segurança entre o tráfego de veículos e pedestres (RIBEIRO, 1998).

Atualmente, existem semáforos inteligentes que são controlados por computadores, ligados à câmeras e sensores que permitem que seu funcionamento seja controlado de acordo com o trânsito. O manual de semáforos do Denatran (2014) destaca que, este é um dispositivo de controle de tráfego que controla o direito de passagem dos veículos e dos pedestres através de sinais luminosos. Desta forma ficam divididos entre semáforos veiculares e semáforos de pedestres.

A utilização de um semáforo se faz necessária quando há um volume intenso de tráfego de pedestres e veículos em uma mesma área. Sendo a sua função parar o fluxo de um para a passagem do outro. A aplicação do semáforo diminui os riscos de acidentes e as chances de engarrafamento.

Mesmo que o tráfego de veículos e pedestres não seja tão intenso, o semáforo também é utilizado com o intuito de melhorar a segurança, e nos cruzamentos onde a visão não é clara, e ruas favorecem velocidades altas ou o movimento é muito alto tornando complexos os cruzamentos entre pedestres e motoristas (BEZERRA, 2007).

A Folha de São Paulo (2011), divulgou dados a respeito dos tipos de semáforos eletrônicos onde apresenta que 22% são eletromecânicos, antigos e ficam isolados da central de monitoramento, quando param de funcionar a CET (Companhia de Engenharia de Tráfego) só fica sabendo se for avisada, 50% são eletrônicos, intermediários e permitem um tipo de programação de tempo mais flexível durante o dia. Os semáforos inteligentes são 28%, deveriam operar em tempo real, e são mais modernos. Porém a maioria não opera de forma inteligente pela falta de conexão com as centrais.

Os semáforos, também podem ser chamados de grupos focais, e definem-se como um conjunto com suas áreas luminosas voltadas para o sentido do movimento. Sendo assim, os semáforos de pedestres são aqueles que possuem focos vermelho e verde e seus respectivos pictogramas, nesta ordem.

Por sua vez, os grupos focais podem ser controlados de duas formas: eletronicamente e eletromecanicamente. Os controladores eletromecânicos são aqueles constituídos apenas por elementos elétricos e mecânicos, e sua programação é feita por recursos mecânicos, o que o torna mais limitado.

Os controladores eletrônicos são formados por componentes elétricos e eletrônicos, o que os torna com mais recursos. Podem ser programados por mecanismos computacionais dispondo de recursos de programação que facilitam soluções de engenharia e contribuem para diferentes estratégias de controle do tráfego (DENATRAN, 2014).

Dentre as programações feitas nos semáforos eletrônicos, está a que emite aviso sonoro com o objetivo de facilitar a travessia de deficientes visuais. Estes podem ser ativados de diversas formas: por proximidade, através de sensores ou por comandos manuais.

É importante levar em conta os fatores atuais para implantação e desenvolvimento deste tipo de equipamento. Por conta da poluição sonora das cidades pode ser difícil identificar o momento em que ele alerta que é permitido atravessar a rua com segurança.

5 DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS

Para desenvolver as soluções tecnológicas que vão melhorar alguma atividade, seja no trabalho, cotidiano ou vida acadêmica, e utilizar os conceitos de acessibilidade, usabilidade, padronização de interface, experiência de usuário, são necessárias linguagens de programação, *Integrate Development Enviroment* (IDE) (ferramentas utilizadas para codificar essas linguagens), bancos de dados, 6comunicação Wi-fi, e dispositivos: *smartphones*, *notebooks* e computadores.

Com a eclosão do universo móvel, o que cresce no momento são as soluções em formato de aplicativos, por serem de fácil acesso, em sua maioria gratuitos e em uma imensa variedade. Em 2013, a Google Play Store já liderava o mercado dos aplicativos com 1,3 milhão de aplicativos publicados e 1 bilhão de usuários ativos, deixando para trás a Apple Store, do iOS e o Windows Phone (RAMANN, 2014). No decorrer dos anos o Android continuou no topo da lista dos sistemas operacionais mais vendidos, ocupando 86,2% de fatia de mercado, a tabela 1, expõe os dados estatísticos de 2016 (PAYÃO, 2016).

Tabela 1 – Ranking de sistemas operacionais móveis - 2016

Sistema Operacional	Total de Aparelhos	Fatia de Mercado
Android	296,912.8	86,2%
iOS	44,395.0	12,9%
Windows	1,971.0	0,63%

Fonte: Payão (2016).

5.1 DESENVOLVIMENTO MÓVEL: ANDROID

O Android não nasceu da Google como a maioria das pessoas pensam. A empresa que levava o mesmo nome do sistema operacional foi fundada em 2003, e tinha como objetivo inicial um sistema operacional inteligente para câmeras digitais, mas vendo potencial no seu produto, o venderam para empresas de celulares. Sabe-se que, nos anos 2000 não haviam tantos recursos e variedades de *smartphones*, então a ideia de um sistema operacional inteligente era nova, e o mercado era dominado pelo Symbian, sistema operacional da Nokia (KLENIA, 2017).

Em 2005, a Android Inc. seria comprada pela Google, a qual lançaria as futuras versões do Android.

No quadro 1 tem-se a evolução das versões do Android até a última lançada no presente momento: Android 8.0, Oreo.

Quadro 1 – Versões do Android

Versão / Nome	Data / Funcionalidades
1.5 / Cupcake	Abril de 2009: teclado virtual, aplicativos de terceiros, integração com o YouTube e o comando copiar e colar (ctrl +c ctrl +v).
1.6 / Donut	Setembro de 2009: caixa de pesquisa rápida, compatibilidade com câmeras e evolução do Android Market.
2.1 / Eclair	Outubro de 2009: planos de fundo iterativos, múltiplas contas de e-mail e navegação pelo Google Maps.
2.2 / Froyo	Maio de 2010: melhorou a velocidade dos <i>smartphones</i> , controle por comandos de voz, cartões de memória e roteamento da Internet.
2.3 / Gingerbread	Dezembro de 2010: adaptação para telas maiores, suporte para câmera frontal, otimização na duração da bateria e jogos.
3.0 / Honeycomb	Maio de 2011: customização da tela principal, compartilhamento por <i>bluetooth</i> . Mais ênfase para os tablets.
4.0 / Ice Cream Sandwich	Outubro de 2011: compartilhamento de dados, calendário unificado, desbloqueio por reconhecimento facial e centro de análise de dados.
4.1 / Jelly Bean	Julho de 2012: Google <i>now</i> , notificações e multi contas de usuários.
4.4 / KitKat	Outubro de 2013: novo design e multitarefas por comandos de voz, como o “OK Google”.
5.0 / Lollipop	Outubro de 2014: resposta tátil ágil, adaptação para telas de carros TV, e relógios.
6.0 / Marshmallow	Outubro de 2015: atalhos fáceis, melhorias na duração da bateria e novas permissões de aplicativos.
7.0 / Nougat	Agosto de 2016: possibilita executar duas funções ao mesmo tempo com dois toques na tela, considerada uma das versões mais utilizadas do Android.
8.0 / Oreo	Agosto de 2017: facilidades nas notificações para respostas rápidas, aprimoramento da funcionalidade de execução de tarefas simultâneas, variedade de <i>emojis</i> .

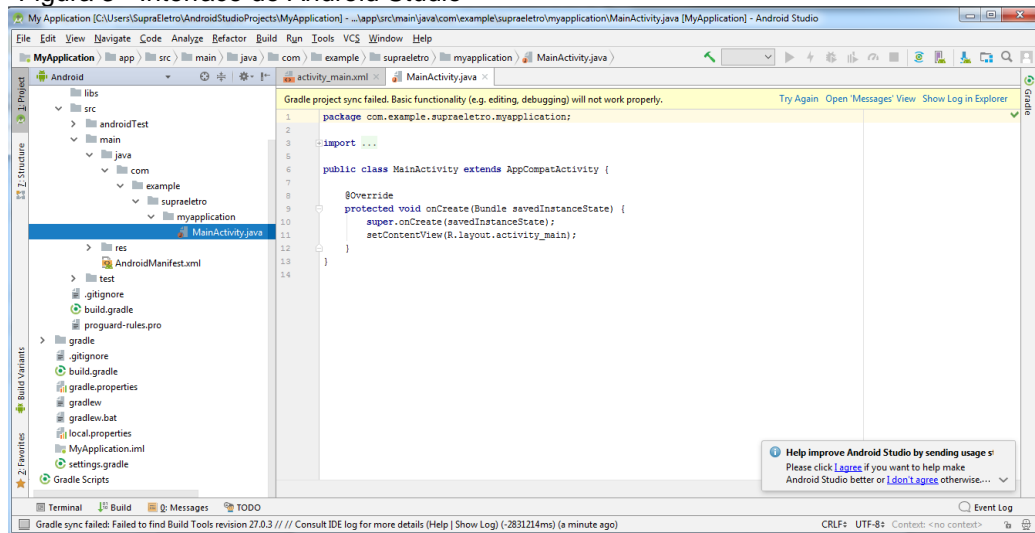
Fonte: Android (2018).

Sempre adotando nomes de doces em ordem alfabética para suas versões, o já favorito dos sistemas operacionais para dispositivos móveis, não ficou apenas no desenvolvimento do sistema operacional. Devido ao grande número de aplicativos para o mesmo, a Google lançou em 2013 o Android Studio, uma

plataforma de desenvolvimento de aplicativos para aparelhos Android. Outros IDEs atendem ao desenvolvimento para Android como o Eclipse + *Android Developer Tools* (ADT), mas o Android Studio é o IDE oficial do Android fornecendo ferramentas personalizadas e avançadas (ANDROID, 2017).

Uma das vantagens do Android Studio é a visualização dos layouts, que coopera muito no processo de desenvolvimento de aplicativos, pois dessa forma o desenvolvedor pode ver antes de finalizar, como aplicação irá se comportar em diversos tamanhos de tela e modelos de aparelhos (figura 3). O desenvolvimento de aplicativos Android é gratuito (CARVALHO, 2013).

Figura 3 - Interface do Android Studio



Fonte: Do autor.

O que torna ainda mais interessante o uso de aplicativos em dispositivos móveis é a interação que ele pode ter com outros aparelhos. Essa integração possibilita uma infinidade de novas funcionalidades para um aplicativo, ele pode mandar comandos para uma TV, por exemplo, ou até mesmo para outro aparelho celular e/ou *tablet* proporcionando uma nova experiência de uso. Essa integração pode ser simples, ou mais complexa e pode ser utilizada em projetos mais robustos para criar todo um conjunto de dispositivos que formem uma solução.

No âmbito acadêmico, por exemplo, costuma-se desenvolver projetos de aplicativos em conjunto com hardware, e essa comunicação entre os dispositivos é que permite criar uma solução interessante. Para isso, o Android dispõe do *Open Accessory*, um padrão para criação de acessórios de hardware para serem ligados

pela USB do dispositivo Android (MONK, 2014, p. 2). A comunicação entre dispositivos também se dá por conexões *bluetooth* e Wi-fi, onde há o compartilhamento de dados permitindo a interação entre aplicativos em diferentes aparelhos.

5.1.1 Bibliotecas Retrofit, GSON e MediaPlayer

Para facilitar o desenvolvimento e melhorar o desempenho das aplicações, nas diversas linguagens de programação é comum o uso de bibliotecas, que são funções pré-implementadas para serem usadas em outros programas, geralmente a biblioteca é adicionada ao projeto e não há necessidade de utilizar todas as suas funcionalidades. A vantagem da biblioteca, é que o desenvolvedor não precisa necessariamente saber como suas funções foram implementadas, mas sim como elas funcionam e onde as utilizar.

Uma delas, é a biblioteca Retrofit, que foi desenvolvida para Android e Java. O foco desta biblioteca é tornar menos complexo o processo de conexão das aplicações com *web services* possibilitando efetuar requisições de forma acessível. Ela está na versão 2 e foi desenvolvida pela Square Inc. (VIEIRA, 2016). Outra biblioteca que se destaca em aplicativos Android é a GSON, esta desenvolvida pela própria Google, que efetua a conversão de objetos JSON em Java e vice-versa (ALLET, 2018). Sendo o arquivo no formato JSON bastante utilizado em conexões *web service*, a biblioteca GSON torna-se muito útil em conjunto com a *Retrofit*.

No momento, há uma importância relevante no nível de interação que o aplicativo proporciona ao usuário e nisso se enquadram os leitores de tela, GPS e aplicativos de busca por voz. Para que haja essa interação, na implementação do aplicativo é utilizada a biblioteca MediaPlayer, ela contém suporte para reprodução dos recursos multimídia (ANDROID, 2018, tradução nossa).

5.2 CONEXÕES SEM FIO

O próprio termo é autoexplicativo com relação às vantagens da utilização de uma conexão sem fio: o fato de não necessitarem de nenhuma conexão por cabos ou fios. É a facilidade de poder trocar dados e informações sem necessitar

estar preso a um meio físico que proporcione isso. Uma das maneiras mais conhecidas e utilizadas é o *Wi-fi*.

Ele surgiu como referência ao termo em inglês *High Fidelity* (Hi-Fi), que era utilizado pela indústria fonográfica na década de 50. A sigla nada mais é do que a junção das palavras *Wireless Fidelity*, porém a tradução não é bem referente à função da tecnologia (LANDIM, 2012). A expressão foi registrada pela Wi-fi Alliance, e hoje é utilizada para se referir a qualquer tipo de tecnologia IEEE 802.11, que permite conexões sem fio (PIXININE, 2015).

Hoje, praticamente todos os *smartphones*, *notebooks*, *tablets* e outros aparelhos possuem essas tecnologias integradas em suas configurações, sendo muito eficiente para a transmissão de vídeos e carregamento de dados em grande escala.

5.3 WEB SERVICE

Com a rápida expansão da internet, aumentou a necessidade de recursos para a web e o aumento da comunicação interpessoal através da internet levou a aumentar o número de aparelhos na rede conectados entre si, elevando a primordialidade da evolução da web. Os *web services* surgiram como consequência da utilização constante dessa tecnologia (ABINADER; LINS, 2006).

Eles são utilizados para efetuar a integração entre sistemas e alguns fazem uso da arquitetura *Representational State Transfer* (REST), modelo que está sendo mundialmente utilizado neste cenário, ele opera o protocolo HTTP e retorna os dados em formato JSON. Quando um sistema ou serviço atende às características da arquitetura REST, o mesmo pode ser chamado de *web service* RESTful (LECHETA, 2015).

Para manipular os dados do *web service*, são utilizados métodos próprios da arquitetura REST, indicados na tabela 2.

Tabela 2 – Métodos da arquitetura REST

Método	Descrição
GET	Obter os dados de um recurso.
POST	Criar um novo recurso.
PUT	Substituir os dados de determinado recurso.
PATCH	Atualizar parcialmente um determinado recurso.
DELETE	Excluir um determinado recurso.
HEAD	Similar ao GET, mas utilizado apenas para obter os cabeçalhos da resposta, sem os dados em si.
OPTIONS	Obter quais manipulações podem ser realizadas em um determinado recurso.

Fonte: Ferreira (2017).

O *web service* torna disponível dados de um sistema para acesso de outro sem que seja necessária intervenção humana. Aplicativos mobile, serviços *web* entre outros podem fazer uso dos métodos citados acima para efetuar a integração entre sistemas.

Além da arquitetura REST, pode-se utilizar também o padrão SOAP para a elaboração de *web services*. Neste caso a comunicação é feita por arquivos XML, semelhantemente á forma como arquitetura REST trata os arquivos JSON.

5.3.1 JSON: *JavaScript Object Notation*

JavaScript Object Notation (JSON), é um formato de arquivo para troca de dados, habitualmente usado para a troca de informações entre aplicações diferentes umas das outras. Ele faz a mesma função do XML, outro formato muito conhecido para manipulação de dados entre sistemas e é aceito pela maioria dos sistemas. Sua estrutura é composta por um padrão de chaves e aspas duplas para indicar os atributos. Ele trabalha com os diversos tipos de dados utilizados na programação: *int*, *string* e *boolean* (BASSETT, 2015).

A representação do JSON é tida por um conjunto de regras como os dados são estruturados. Podem ser estruturados em um conjunto de pares composto por nome e valor ou uma lista de valores (SMITH, 2015).

A figura 4 mostra uma comparação entre as estruturas dos arquivos nos formatos XML e JSON, com as mesmas informações, permitindo perceber as particularidades de cada formato.

Figura 4 - Estruturas XML e JSON.

XML	JSON
<pre> <empinfo> <employees> <employee> <name>James Kirk</name> <age>40</age> </employee> <employee> <name>Jean-Luc Picard</name> <age>45</age> </employee> <employee> <name>Wesley Crusher</name> <age>27</age> </employee> </employees> </empinfo> </pre>	<pre> { "empinfo" : { "employees" : [{ "name" : "James Kirk", "age" : 40, }, { "name" : "Jean-Luc Picard", "age" : 45, }, { "name" : "Wesley Crusher", "age" : 27, }] } } </pre>

Fonte: Hoi (2017).

5.3.2 Node.js

O Node.js é uma plataforma que permite programar com diversos protocolos de rede e internet podendo ser utilizadas bibliotecas. É baseado em JavaScript, então para trabalhar com ele é necessário conhecimento da linguagem (PEREIRA, 2018). O Node.js possui um gerenciador de pacotes que permite levar o projeto de um local para outro sem a necessidade de levar junto outros módulos para o funcionamento correto da aplicação, este é o *Node Package Manager* (NPM) (RUBENS, 2018).

É possível a implementação de servidores HTTP (Web Services) com o uso do Node.js, pois o mesmo possui uma API chamada HTTP. Com apenas um comando e sem precisar de configurações, ele é potente o bastante para rodar em produção, mas também é ideal para testes e pequenas aplicações para quem está aprendendo (NPM, 2018, tradução nossa).

5.3.3 Ngrok

Para poder ter acesso a dados de um *web service* é preciso que ele esteja transitável. Dependendo da finalidade da aplicação o *web service* pode ser local ou estar exposto na web. O Ngrok é uma ferramenta que permite expor um servidor local na web através de túneis. Ele é de fácil instalação e configuração, e disponibiliza versões pagas com mais recursos, porém para testes e projetos de pequeno porte a versão *free* já é suficiente (NGROK, 2018).

Essa ferramenta basicamente gera uma URL de acesso ao *web service* que pode ser usada nas aplicações que irão acessá-lo. Utilizando o pacote *free*, o Ngrok gera uma URL aleatória cada vez que o Web Service for colocado online (figura 5), e com versões pagas, ele disponibiliza a utilização de subdomínios, que permite que o desenvolvedor tenha uma URL fixa de sua escolha para acessar o seu Web Service (figura 6).

Figura 5 - Exemplo de URL aleatória do Ngrok

```
ngrok by @inconshreveable

Tunnel Status      online
Version            2.0/2.0
Web Interface      http://127.0.0.1:4040
Forwarding         http://92832de0.ngrok.io -> localhost:80
Forwarding         https://92832de0.ngrok.io -> localhost:80

Connections      ttl    opn    rt1    rt5    p50    p90
                  0      0      0.00  0.00  0.00  0.00
```

Fonte: Ngrok (2018).

Figura 6 - Exemplo de URL estática do Ngrok

```
ngrok by @inconshreveable

...
Forwarding         http://inconshreveable.ngrok.io -> 127.0.0.1:80
Forwarding         https://inconshreveable.ngrok.io -> 127.0.0.1:80
```

Fonte: Ngrok (2018).

5.4 RASPBERRY PI 3

A fundação do Reino Unido, Raspberry PI tem como objetivo propagar a tecnologia para todos ajudando as pessoas a ter mais contato com a computação e criação digital para solução de problemas, fornecendo computadores de alto desempenho e baixo custo dando oportunidade para que as pessoas possam ter acesso a essa tecnologia (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2017, tradução nossa).

O mini microcomputador que leva o mesmo nome da fundação, foi desenvolvido por uma equipe de seis desenvolvedores em 2006. O intuito inicial do aparelho era ser uma forma mais acessível e divertida de ensinar robótica para crianças, mas acabou se tornando uma ferramenta muito utilizada em diversos projetos tecnológicos (SOUZA, 2013). A figura 7 mostra um dos primeiros modelos do Raspberry PI, lançado em 2012.

Figura 7 - Raspberry PI



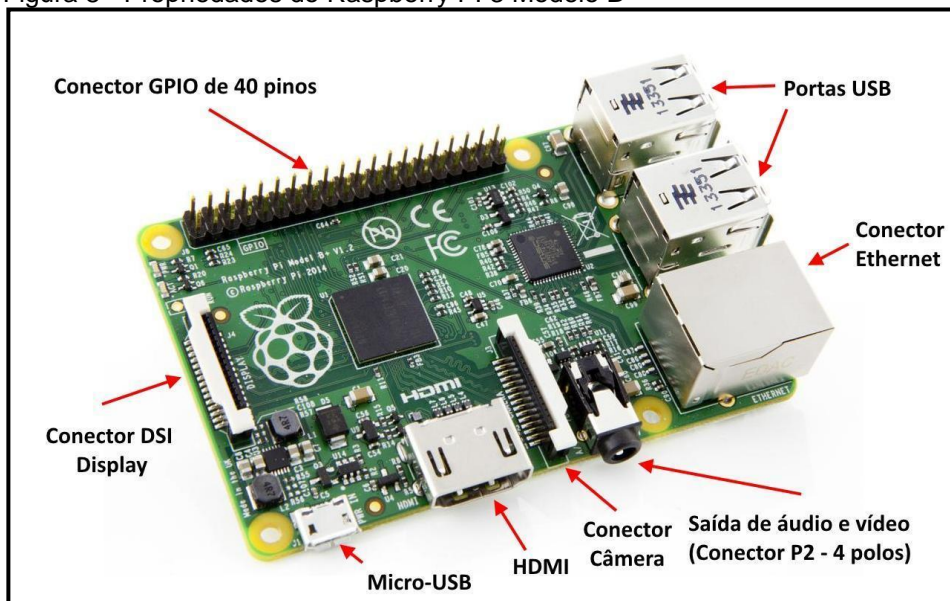
Fonte: Raspberry Pi (2017).

O Raspberry PI é do tamanho de um cartão, e possui toda a tecnologia de um computador comum, com interface USB e HDMI, processadores e entrada para cartão de memória. Além disso ele suporta diversas versões do sistema operacional Linux e podem ser conectados mouse, teclado e um monitor para ter acesso às suas configurações (GARRETT, 2014).

O “mini PC” já está na sua terceira versão, o Raspberry PI 3 Modelo B, e é a evolução dos modelos anteriores. Ele não varia seu preço e nem o tamanho,

para manter o seu propósito que é ser uma tecnologia de fácil acesso. Atualmente ele conta com um processador Broadcom BCM2837, conectividade de rede 1 x 10 / 100 Ethernet (RJ45 Port), conectividade sem fio 802.11n Wireless LAN (Wi-Fi) e Bluetooth 4.1, BLE, portas USB 4 x USB 2.0 e interface com câmera 15-pin MIPI (SOUZA, 2016). A figura 8 mostra com detalhes os atributos do modelo mais recente da placa. Com o Raspberry PI é possível desenvolver desde um vídeo game até um controlador de temperatura. Ele pode trabalhar em conjunto também com o Arduino, que outra placa muito utilizada para projetos de computação (THOMSEN, 2016).

Figura 8 - Propriedades do Raspberry PI 3 Modelo B



Fonte: Flípeflop (2017).

A programação para o Raspberry PI pode ser feita nas linguagens C, C++, Java e Python. Em muitos casos opta-se por Python por ser uma linguagem robusta, fácil de aprender e multiplataforma. Apesar de simples, ela é utilizada em soluções que requerem um maior desempenho como: pesadas simulações de engenharia e soluções de análise de dados (*data analytics*). Um exemplo de aplicação que utiliza a linguagem de programação Python em 80% dos seus serviços de back-end é o Spotify. Toda a parte de análise que o aplicativo faz sobre o gosto musical do usuário sugerindo músicas e criando *playlists* baseada nesse conhecimento é feita em Python, a utilização da linguagem também facilita as manutenções no sistema, já que neste tipo de aplicação correções ou alterações não podem afetar o usuário (BRITO, 2017).

6 TRABALHOS CORRELATOS

O capítulo de trabalhos correlatos proporciona conhecimento de outras metodologias e formas de pesquisa já utilizadas com relação à tecnologias, processos e ferramentas semelhantes à do presente trabalho. Isso agrega entendimento e vivência ao projeto visto que será possível prever ou conhecer de alguma forma resultados similares.

6.1 FERRAMENTA PARA LOCALIZAÇÃO EM AMBIENTE CONTROLADO UTILIZANDO MAPA DE SINAIS WIRELESS

O presente trabalho correlato trata-se de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), desenvolvido pelo acadêmico Luiz Ricardo Fieira, do curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) no ano de 2013.

O projeto consiste na prototipação de uma ferramenta que auxilie o deficiente visual a se localizar em ambientes internos. A metodologia do trabalho foi constituída por uma série de passos iniciando-se pelo levantamento de requisitos através de entrevistas com deficientes visuais. Após esta etapa, já no desenvolvimento foi implementado o algoritmo de Dijkstra para determinar o caminho no ambiente mapeado. Os passos seguintes constituíram na configuração e instalação dos AP's, estudo do comportamento do sinal Wi-fi dentro de ambientes fechados, modelagem do mapa de sinais RSS, modelagem do banco de dados, implementação do algoritmo KNN (para a determinar a localização do usuário no ambiente) e a implementação da interface mobile e a validação do protótipo (FIEIRA, 2013).

Durante o desenvolvimento do protótipo e validação do mesmo foram encontradas situações não previstas e descobertas outras formas de lidar com os elementos que formam o projeto. A ferramenta desenvolvida proporcionou acessibilidade para pessoas com deficiência visual e foram aplicados os conceitos estudados durante o processo de pesquisa. Foi identificado que o sinal do Wi-fi não era tão estável em ambientes fechados na prática, como na teoria. Dessa forma foi necessário um ajuste na utilização do algoritmo que faria a busca do caminho para

um melhor desempenho da aplicação. A interação entre o dispositivo móvel e as redes sem fio foi feita através das APIs disponíveis e foi possível fazer com que a aplicação se comunicasse com as antenas utilizadas na fase de testes.

6.2 AUTOMAÇÃO DE SISTEMA SEMAFÓRICO

Este trabalho foi desenvolvido em 2014, por Mauricio Krauss, no curso superior de Tecnologia em Automação Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

O objeto do estudo do trabalho a seguir é a automação de sistema semafórico abordando as partes que este sistema abrange: o controlador semafórico e o componente visual.

Sabendo-se que o objetivo do sistema semafórico é garantir a fluidez e segurança no trânsito, buscou-se este mesmo objetivo através de recursos online para poder alterar a programação do sistema semafórico remotamente e diminuir os erros e possíveis problemas os detectando precocemente e repassando à central. Foi utilizado como cenário a cidade de Porto Velho - RO para a implementação de um sistema semafórico com controlador de tráfego, central de controle e programação semafórica (KRAUSS, 2014).

Através da aplicação de um novo sistema semafórico na cidade de Porto velho, no período de 2010 a 2012, foi perceptível o aumento da segurança do trânsito e evidenciado isso na planilha do anuário do DETRAN-RO. Foi identificado que o crescimento populacional tem grande influência sobre o fluxo de trânsito impactando na forma como o mesmo deve ser controlado através de seus sistemas semafóricos. Além disso, outras vantagens foram atribuídas à nova forma de controle do trânsito, como o fato de que agora as sinaleiras estavam se comunicando com a central.

6.3 ACESSIBILIDADE DIGITAL PARA CEGOS: UM MODELO DE INTERFACE PARA UTILIZAÇÃO DO MOUSE

O trabalho a seguir é referente à um artigo, desenvolvido por Sérgio F. M. de Camargo Filho e Francine Bica, em 2007, no Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas Faculdade de Tecnologia Senac do Rio Grande do

Sul (FATEC/RS). Seu objetivo foi desenvolver modelo de interface para que deficientes visuais conseguissem utilizar o mouse. Para isso foi efetuado estudo a respeito das principais dificuldades quanto à acessibilidade digital e o que poderia ser melhorado nas soluções já existentes.

Foi desenvolvido um editor de texto e o menu do mesmo foi adaptado à essa estrutura de interface para ser avaliado na prática por usuários com deficiência visual. Utilizaram os conceitos de acessibilidade digital e avaliaram os *softwares* já dedicados à assistência de deficientes visuais como o DosVox e Virtual Vision. A metodologia constituiu no estudo de caso para validar a funcionalidade da ferramenta proposta. Em visitas ao CAP, aplicaram a solução com os deficientes visuais, e assim foi possível também uma melhor compreensão do projeto desenvolvido. Foram utilizadas funções equivalentes no teclado e mouse para desenvolver essa ferramenta, as funções correspondiam aos itens do menu e quando ativados o usuário poderia ouvir a descrição da funcionalidade através do leitor de tela (CAMARGO FILHO; BICA, 2007).

Com isso, foi possível avaliar que o método realmente era adequado já que os usuários conseguiram utilizar o mouse da maneira correta, mas mais do que isso, foi um campo bem explorado quanto às dificuldades o que permitiu enxergar diversas possibilidades de soluções nesta área.

6.4 ACESSIBILIDADE DE DEFICIENTES VISUAIS AOS AMBIENTES DIGITAIS/VIRTUAIS

A dissertação apresentada por Andréa Poletto Sonza, no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em 2004 teve como tema a informática na educação especial.

Foi utilizado uma abordagem qualitativa em estudo de caso através da análise de dados para compreender as limitações do deficiente visual quanto à tecnologia. No estudo de caso, deficientes visuais fizeram uso de tecnologias assistivas e softwares abertos para que pudesse ser avaliada a acessibilidade desses indivíduos aos ambientes virtuais. Os usuários foram bem especificados, bem como suas características para melhor poder avaliar-se as dificuldades, limitações e facilidades de cada indivíduo com o uso da tecnologia (SONZA, 2004).

Ao fim, foi efetuada a avaliação geral, mas também individual de cada usuário, tendo como objetivo comum observar crescimento de cada um com relação à cada ferramenta aplicada.

7 ASSISTÊNCIA AO DEFICIENTE VISUAL ATRAVÉS DA TECNOLOGIA PARA A IDENTIFICAÇÃO DA SINALIZAÇÃO ELETRÔNICA

O trabalho desenvolvido tem como objetivo auxiliar pessoas com baixa visão a se orientar em meio a situação de atravessar as ruas sem a necessidade de estar acompanhado por outra pessoa. O intuito é, que com a instalação do aplicativo, o mesmo ajude o usuário a identificar se o status atual do semáforo de pedestres é aberto ou fechado. Quanto ao semáforo, foi confeccionada a sua prototipação para demonstração do funcionamento do aplicativo, simulando o comportamento habitual de um semáforo de pedestre.

7.1 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento da prototipação iniciou-se pela pesquisa a respeito do público alvo, das necessidades do deficiente visual, e do que já existe com relação ao trabalho proposto em artigos, reportagens e trabalhos semelhantes. Seguido pelo estudo das ferramentas e tecnologias utilizadas no desenvolvimento propriamente dito, bem como as linguagens, hardware e recursos de conexão sem fio, a serem utilizados no desenvolvimento do protótipo.

Após determinar as tecnologias mais adequadas para a elaboração do projeto, foi feita a construção do protótipo do semáforo com o uso do mini microcomputador Raspberry PI 3, o qual gera os dados necessários para saber o status atual do semáforo de pedestres. O Raspberry PI é utilizado também como *web service* para guardar o status do semáforo. A última etapa constituiu-se na implementação do protótipo do aplicativo para dispositivos móveis.

7.1.1 Pesquisas

De modo que não foi realizado nenhum questionário ou pesquisa direta com pessoas com deficiência visual, todo o conhecimento adquirido para o desenvolvimento deste trabalho foi tido através de pesquisa em livros, artigos, teses e reportagens relacionados ao assunto. Igualmente, foram feitas as pesquisas a respeito de tecnologias já existentes para auxiliar deficientes visuais em diversificadas atividades, não somente na travessia de ruas. Dessa forma foi

possível ter uma breve visão da forma como o deficiente visual lida com suas dificuldades cotidianas, e como essas pessoas se beneficiam na utilização das tecnologias disponíveis atualmente.

Com base nas pesquisas, foi observado que uma parte considerável das pessoas que fazem uso da tecnologia direcionada ao deficiente visual, sente-se satisfeita. E ademais, constatado que existem diversas tecnologias que exercem com sucesso suas funções propostas, sendo algumas bastantes conhecidas como os leitores de tela *Talk Back* (Android) e o *Voice Over* (iPhone).

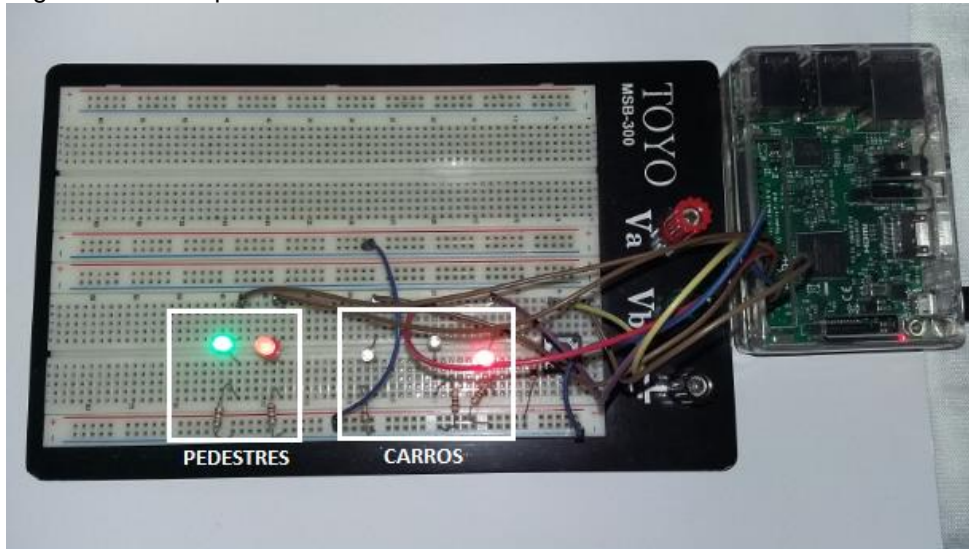
Quanto ao semáforo, conhecer a sua origem, finalidade, evolução e funcionamento foi fundamental para o desenvolvimento do protótipo para que ele se assemelhasse ao máximo a um semáforo real dando mais precisão aos resultados no aplicativo mobile.

A partir da identificação das características e principalmente das tecnologias disponíveis para uso; iniciou-se o processo de desenvolvimento, tendo em foco uma ferramenta simples tanto para o usuário quanto para quem possa vir a ajudá-lo eventualmente.

7.1.2 Desenvolvimento da prototipação do semáforo com uso do Raspberry PI

A construção do protótipo do semáforo foi realizada para facilitar a idealização da situação problema. Ele contém os mesmos elementos que constituem o ambiente concreto com semáforos para carros e pedestres (figura 9).

Figura 9 – Protótipo do sistema semafórico



Fonte: Do autor.

Para a codificação do semáforo, foi utilizado o mini microcomputador Raspberry PI 3 modelo B, com o sistema operacional *Linux* na versão *Raspbian*. A linguagem de programação aplicada foi Python na versão 2 em sua própria IDE, que pelas pesquisas em projetos semelhantes, foi identificada como a linguagem de programação que tem um melhor desempenho em conjunto com o Raspberry PI comparado às outras, além de possuir fácil aprendizado e implementação.

Para apresentar o status atual do semáforo de pedestres, foi utilizado o arquivo em formato JSON cuja geração foi possível com o uso da biblioteca json da linguagem Python. Para um melhor desempenho da disponibilização dos dados, foi utilizado por padrão que o status aberto é identificado pelo número 1 e o status fechado é identificado pelo número 0 (figura 10).

Figura 10 - Arquivo JSON com o status do semáforo

```

dados.json
Arquivo Editar Procurar Opções Ajuda
{
  "statusPedestre" : "1"
}

```

Fonte: Do autor.

O Raspberry PI, proporcionou suporte às necessidades do projeto, atendendo a parte física e lógica, já que o código que faz a simulação do fluxo

semafórico roda diretamente nele, e ele serve também como o *web service* que disponibiliza na *web* a informação do status atual do semáforo de pedestres.

Na tabela 3, constam os componentes eletrônicos utilizados na confecção do protótipo do semáforo.

Tabela 3 – Materiais para prototipação do semáforo

Componentes	Quantidade	Descrição
LEDs	3	Semáforo para carros (vermelho, amarelo e verde)
LEDs	2	Semáforo para pedestres (vermelho e verde)
<i>Protoboard</i>	1	Para efetuar as ligações
Botão	1	Para ativar o semáforo de pedestres
<i>Jumpers</i>	8	Para efetuar as conexões eletrônicas

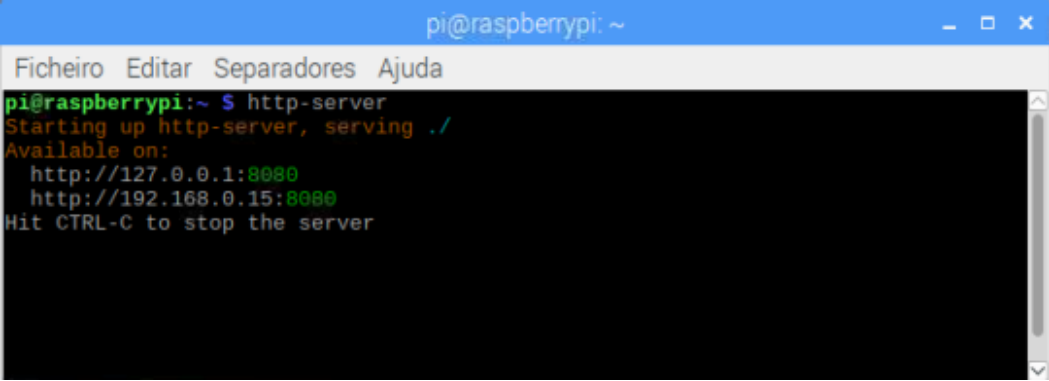
Fonte: Do autor.

7.1.3 Elaboração do *web service*

Viu-se necessária a utilização de um *web service*, por ser uma das formas mais acessíveis para o aplicativo obter os dados do status do semáforo de pedestres. Para a elaboração do mesmo, foram utilizadas as tecnologias que atendiam as necessidades do projeto, visto a sua baixa complexidade em termos de armazenamento e disponibilização dos dados.

A confecção do *web service* foi feita no Raspberry PI, com a plataforma *Node.js*, versão 4.8.2, um interpretador de JavaScript que atua no lado do servidor. Seu *download* é gratuito, e a instalação foi feita com o comando `sudo apt-get install nodejs`. Em seguida, foi feita a instalação do *Node Package Manager* (NPM), por meio do comando `sudo npm install http-server`. Dessa forma, fazendo uso do comando `http-server` foi colocado o servidor em operação (figura 11).

Figura 11 - Terminal do Raspberry PI, servidor em operação



```


pi@raspberrypi: ~
Ficheiro Editar Separadores Ajuda
pi@raspberrypi:~$ http-server
Starting up http-server, serving ./
Available on:
  http://127.0.0.1:8080
  http://192.168.0.15:8080
Hit CTRL-C to stop the server

```

Fonte: Do autor.

Para disponibilizar o servidor previamente ativo na *web*, foi efetuada a instalação do *ngrok* (versão 2.8.8). O *ngrok* expõe um *web service* local para acesso na internet. Após o *download* gratuito, foi feita a instalação com o comando `sudo apt-get install ngrok`. O comando `ngrok http 8080`, expôs o servidor na *web*, gerando a URL de acesso (figura 12).

Figura 12 - Terminal do Raspberry PI, com a URL de exposição do servidor



```

pi@raspberrypi: ~
Ficheiro Editar Separadores Ajuda
ngrok by @inconshreveable (Ctrl+C to quit)

Session Status      online
Account              Mayara Freitas de Oliveira (Plan: Free)
Version              2.2.8
Region               United States (us)
Web Interface        http://127.0.0.1:4040
Forwarding            http://e90b67e6.ngrok.io -> localhost:8080
Forwarding            https://e90b67e6.ngrok.io -> localhost:8080

Connections          ttl    opn    rt1    rt5    p50    p90
0              0      0.00  0.00  0.00  0.00

```

Fonte: Do autor.

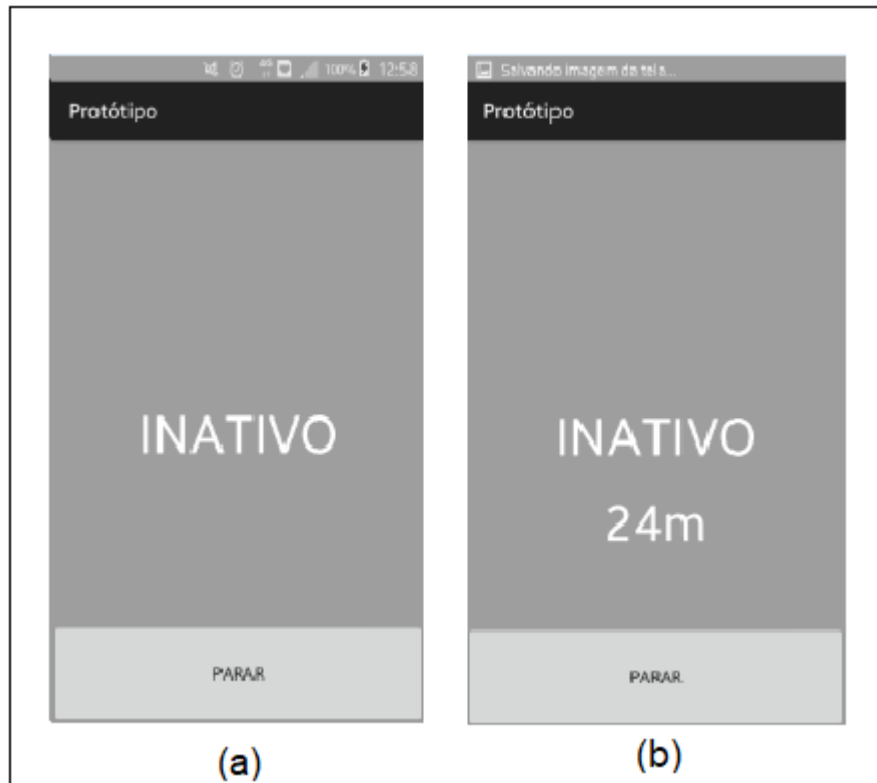
7.1.4 Implementação do aplicativo

O aplicativo foi desenvolvido na plataforma Android Studio na versão 3.1, com a linguagem de programação Java para Android. Sua interface é simples com poucos elementos na tela, sendo estes suficientes para que quem for ajudar o deficiente visual eventualmente possa compreender o aplicativo. Para a sua utilização não é necessário nenhum tipo de *login*.

A tela inicial do aplicativo, indicada na figura 13 (a), inicia em modo INATIVO, efetuando a busca por semáforos, sendo possível parar a sua execução ao clicar no botão PARAR. A figura 13 (b) mostra que, ao entrar na distância definida que para começar a efetuar as consultas do status, o aplicativo exibe na tela a distância em metros e anuncia por voz que um semáforo foi detectado.

Para facilitar a identificação da localização, todas as telas do aplicativo mostram a distância que o usuário está do semáforo, caso o mesmo saia da distância mínima definida, o aplicativo fica inativo novamente até que volte a cumprir este requisito.

Figura 13 – Telas do protótipo do aplicativo



Fonte: Do autor.

É possível parar ou continuar a execução do aplicativo pelo botão PARAR, que tem seu texto alterado para CONTINUAR de acordo com seu estado.

Na figura 14 tem-se o comportamento do aplicativo quanto ao status atual do semáforo de pedestres.

Quando o status for fechado (figura 14 (a)), o aplicativo utiliza do recurso por voz para avisar ao usuário que o semáforo está fechado, além disso o aparelho

emite bipes. No caso do status for aberto (figura 14 (b)), o comportamento do aplicativo se assemelha ao status fechado, anunciando por recurso de voz a situação atual do semáforo, e neste caso apenas emite vibrações. Com relação à interface, ela se torna autoexplicativa apontando em forma de texto e cor o status atual do semáforo de pedestres.

Figura 14 – Tela do aplicativo retornando os status do semáforo de pedestres



Fonte: Do autor.

7.1.5 Testes do protótipo

A validação do protótipo foi sendo efetuada durante o desenvolvimento, constituindo-se em três partes: o fluxo semafórico do protótipo do semáforo, a disponibilização dos dados pelo *web service*, o desenvolvimento do aplicativo e por fim seu comportamento ao obter os dados.

Inicialmente, com base no conhecimento empírico a respeito dos semáforos, foram observados os tempos de cada sequência, e sendo feitos os ajustes de tempo do ciclo do semáforo em paralelo para que se tornasse o mais próximo da realidade. Em sequência, iniciaram-se os testes com a geração do

arquivo JSON contendo a informação do status atual do semáforo de pedestres. Nesta etapa foram efetuados testes manuais e averiguação do arquivo enquanto o código do semáforo era executado.

A fase seguinte foi constituída pela elaboração do *web service*, certificando-se de era possível acessar o arquivo JSON com os dados do semáforo por meio de outros aparelhos e fora da rede local.

Após confirmar o acesso aos dados, os testes do aplicativo foram feitos durante o desenvolvimento para que fossem sendo feitas adaptações em paralelo. Primeiro utilizando de status falsos gerados no próprio aplicativo, sem nenhuma ligação com o *web service*, apenas para ver se o funcionamento do mesmo iria estar de acordo com o proposto. Isso foi feito para ajustar o recurso de voz que fala o status atual do semáforo de pedestres ao usuário.

Posteriormente, tendo o resultado da resposta do aplicativo, substitui-se o status falso pela conexão com o *web service*, e neste ponto foram efetuados os testes gerais do aplicativo para analisar se ele estava “falando” o status correto de acordo com o retorno das requisições do *web service* que disponibiliza o status do semáforo de pedestres.

Neste ponto foi feito o ajuste do tempo necessário para que não houvesse atraso no retorno das requisições. Após isso, novos testes foram efetuados.

Por fim, a validação da localização, que foi feita mantendo o semáforo como um ponto fixo e se movimentando com o aplicativo ao seu redor. Foi definida uma distância mínima para que, quando o aplicativo estivesse localizado dentro desta distância o mesmo iniciasse as requisições de consulta do status. Também foram feitos testes com o uso de aplicativos que simulam a localização atual do aparelho para tornar os testes mais eficientes. Esses testes foram feitos em paralelo a possíveis ajustes necessários até que o aplicativo tivesse o resultado esperado.

8 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

As informações que possibilitaram obter-se o conhecimento a respeito do deficiente visual e da situação problema permitiram melhor entendimento da deficiência, das dificuldades encontradas por essas pessoas e de como a tecnologia pode sim, ajudar a melhorar diversas tarefas cotidianas.

O estudo do presente trabalho resultou em um protótipo de aplicativo que informa ao usuário o status atual de um semáforo de pedestres o qual foi também desenvolvido o protótipo ao longo do projeto. Foi possível trabalhar com diversas tecnologias bastante utilizadas atualmente, como o desenvolvimento mobile (Android), arquitetura RESTful, no caso do *web service* e a integração entre dispositivos. O projeto abrangeu também a parte de eletrônica, com o desenvolvimento do protótipo do semáforo, possibilitando trabalhar a parte de hardware.

Quanto à parte social do estudo foi de grande importância conhecer e identificar os pontos de acessibilidade e usabilidade dentro e fora da computação para que fosse desenvolvida uma solução acessível, ainda que seus conceitos não tenham sido aplicados em sua totalidade.

Os trabalhos semelhantes auxiliaram para entender a aplicação das tecnologias utilizadas no presente trabalho em diferentes contextos e soluções.

Cumpriu-se o objetivo de informar o usuário a situação atual do status do semáforo de pedestres por meio de um protótipo de aplicativo, bem como a confecção do protótipo do sistema semafórico. Vale salientar que apesar de ter alcançado o objetivo proposto, por se tratar de um projeto acadêmico, o mesmo ainda apresenta algumas instabilidades e pontos a melhorar em suas funcionalidades, principalmente com relação à precisão da localização adquirida pelo *smartphone* do usuário.

9 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de soluções tecnológicas para pessoas com algum tipo de deficiência é uma tarefa diferenciada por envolver questões de acessibilidade, usabilidade e segurança, mas é algo que vem crescendo e facilitando a vida das pessoas, pois a tecnologia torna-se uma aliada. De alguma forma, é possível disseminar a inclusão mantendo todos conectados e interagindo mesmo com a diversidade de níveis de usuário.

Durante o estudo realizado, foi possível o desenvolvimento do protótipo de aplicativo móvel para Android que fez uso de conexão com *web service* para obter a situação do status do protótipo do semáforo de pedestres e informar ao usuário, neste caso, deficientes visuais (baixa visão). Por meio do protótipo desenvolvido é possível simular a situação problema e ter uma visão geral de como o aplicativo se comportaria em uma situação real.

A elaboração do projeto proporcionou a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, destacando algumas áreas como: circuitos digitais, programação, lógica de programação, desenvolvimento para dispositivos móveis, arquitetura de computadores entre outras, efetivando o processo de aprendizagem acadêmico. Mesmo assim, diversas dificuldades foram encontradas, principalmente com relação ao desenvolvimento do aplicativo nas funções de captura da localização do usuário através da sua latitude e longitude fazendo-se necessárias pesquisas mais aprofundada e compartilhamento de ideias com profissionais da área para poder encontrar as soluções.

O aplicativo comportou-se da maneira esperada, sendo assim, foi alcançado o objetivo proposto do trabalho, apesar das adaptações feitas no decorrer do projeto. Inicialmente pensou-se em configurar o Raspberry PI com um IP fixo para que o aplicativo se conectasse diretamente nele, porém ao mexer nas configurações de rede do mesmo, o módulo de *wi-fi* parou de funcionar, fazendo com que fosse necessária uma restauração do sistema do Raspberry e assim foi pensado na solução de expor o *web service* na web para acesso externo, que acabou sendo a forma utilizada.

Para dar continuidade a este trabalho, podem ser desenvolvidos trabalhos futuros que envolvam: melhorar a precisão da localização, buscar a localização atual do semáforo e melhorar o protótipo do semáforo. Pode-se trabalhar a questão da usabilidade modificando a interface, aprimorar a segurança da aplicação e aperfeiçoar o *web service*, estabilizando a URL de acesso. Abranger o cenário utilizando mais de um semáforo e mais de um aplicativo e incluir possíveis funcionalidades que possam agregar ao projeto.

REFERÊNCIAS

ABINADER, Jorge Abílio; LINS, Rafael Dueire. **Web Services em Java**. Rio de Janeiro: Sbrt, 2006. 288 p.

ABNT. **Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores Parte 11 – Orientações sobre Usabilidade**. 2000. Disponível em: <[http://www.inf.ufsc.br/~edla.ramos/ine5624/_Walter/Normas/Parte 11/iso9241-11F2.pdf](http://www.inf.ufsc.br/~edla.ramos/ine5624/_Walter/Normas/Parte%2011/iso9241-11F2.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2017.

ALCÂNTARA, Alex Sander. **Pesquisadores criam lupa eletrônica para deficientes visuais**. 2010. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/pesquisadores-criam-lupa-eletronica-deficientes-visuais-597864/>>. Acesso em: 13 ago. 2017.

ALLET, André. **Como converter objetos Java para (ou de) JSON com a biblioteca Gson**. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/como-converter-objetos-java-para-ou-de-json-com-a-biblioteca-gson/28091>>. Acesso em: 08 maio 2018.

AMPUDIA, Ricardo. **O que é deficiência visual?** 2011. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/270/deficiencia-visual-inclusao>>. Acesso em: 17 set. 2017.

ANDROID. 2017. Disponível em: <https://www.android.com/intl/pt-BR_br/history/#/marshmallow>. Acesso em: 03 nov. 2017.

ANDROID. **Conheça o Android Studio**. Disponível em: <<https://developer.android.com/studio/intro/>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

ANDROID. **MediaPlayer overview**. Disponível em: <<https://developer.android.com/guide/topics/media/mediaplayer>>. Acesso em: 08 maio 2018.

AURÉLIO. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/>>. Acesso em: 14 set. 2017.

BASSETT, Lindsay. **Introdução ao JSON**: um guia que vai direto ao ponto. São Paulo: Novatec, 2015. 147 p.

BERSH, Rita. **INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA ASSISTIVA**. 2013. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf>. Acesso em: 02 out. 2017.

BERSOT, Caio. **Cinco tecnologias para ajudar pessoas com deficiência visual**. 2015. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/listas/noticia/2015/04/cinco-tecnologias-para-ajudar-pessoas-com-deficiencia-visual.html>>. Acesso em: 18 set. 2017.

BEZERRA, Barbara Stolte. **SEMÁFOROS: GESTÃO TÉCNICA, PERCEÇÃO DO DESEMPENHO, DURAÇÃO DOS TEMPOS.** 2007. 241 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. Cap. 1. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-18062007-093237/en.php>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

BRASIL. Assessoria de Comunicação Social. Ministério da Educação. **Ministério da Educação instala piso tátil voltado a pessoas com deficiência visual.** 2017. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=49801>>. Acesso em: 02 nov. 2017.

BRITO, Thiago Guimarães. **Por que aprender Python pode te levar mais longe na carreira!** Disponível em: <<https://becode.com.br/porque-aprender-python/>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

BRASIL. Comitê de Ajudas Técnicas. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República - Sdh/pr (Ed.). **Tecnologia Assistiva.** 2009. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/publicacoes/tecnologia-assistiva>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

BRASIL. Constituição (2011). Decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011. Dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências. Brasília, SANTA CATARINA, 17 nov. 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7611.htm>. Acesso em: 28 nov. 2017.

BRASIL. Decreto nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 02 dez. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 28 nov. 2017.

CARVALHO, Suelen. **Android Studio: vantagens e desvantagens com relação ao Eclipse.** 2013. Disponível em: <<https://imasters.com.br/mobile/android/android-studio-vantagens-e-desvantagens-com-relacao-ao-eclipse/?trace=1519021197&source=single>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

CLERICI, Lisandra Garcia Wastowski. **ZOOTERAPIA COM CÃES:** um estudo bibliográfico. 2009. 31 f. Monografia (Especialização) - Curso de Psicologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2009. Disponível em: <http://patastherapeutas.org/wp-content/uploads/2015/07/Zooterapia-com-cAes_Lisandra-Garcia-Wastowski-Clerici.pdf>. Acesso em: 01 out. 2017.

CYBIS, Walter; BETIOL, Adriana Holtz e FAUST, Richard. **Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora Ltda., 2010.

Denatran. **Manual de Semáforos**. 2014. Disponível em: <http://meusite.mackenzie.br/professor_cucci/ManualSemaforos2014.pdf />. Acesso em: 12 jun. 2018.

FIEIRA, Luiz Ricardo. **FERRAMENTA PARA LOCALIZAÇÃO EM AMBIENTE CONTROLADO UTILIZANDO MAPA DE SINAIS WIRELESS**. 2013. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2013.

FERREIRA, Rodrigo. **REST: princípios e boas práticas**. 2017. Disponível em: <<http://blog.caelum.com.br/rest-principios-e-boas-praticas/>>. Acesso em: 09 maio 2018.

FONSECA, Katia. **Aplicativo CPqD Alcance facilita a vida dos cegos**. 2013. Disponível em: <http://correio.rac.com.br/_conteudo/2013/12/blogs/to_dentro/138429-aplicativo-cpqd-alcance-facilita-a-vida-dos-cegos.html>. Acesso em: 09 out. 2017.

FOUNDATION, Raspberry Pi. **About Us**. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/about/>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

GARRETT, Filipe. **Como funciona o Raspberry Pi? Entenda a tecnologia e sua aplicabilidade**. 2014. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/11/como-funciona-o-raspberry-pi-entenda-tecnologia-e-sua-aplicabilidade.html>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

GIL, Marta. **Cadernos da TV Escola: Deficiência Visual**. Brasília, 2001. 80 p.

GOTTSEGEN, Gordon. **Details leak on Android creator's mysterious Essential phone**. 2017. Disponível em: <<https://www.cnet.com/news/andy-rubin-android-essential-phone-specs-leak/>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

HOFFMANN, Sonia B.; SEEWALD, Ricardo. **Caminhar sem Medo e sem Mito: Orientação e Mobilidade**. 2003. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/orienta>>. Acesso em: 22 out. 2017.

HOI, Sunny. **JSON vs XML: Which Format To Use For Your API?**. 2017. Disponível em: <<https://www.sunnyhoi.com/json-vs-xml-format-use-api/>>. Acesso em: 09 maio 2018.

JORDÃO, Fabio. **Tecmundo Explica: qual a diferença de Bluetooth para WiFi?** 2013. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/wi-fi/44835-tecmundo-explica-qual-a-diferenca-de-bluetooth-para-wifi-.htm>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

KLENIA, Nilton. **A história do Android, o robô que domina o mercado mobile [vídeo]**. 2017. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/120933-historia-android-robo-domina-o-mercado-mobile-video.htm>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

LANDIM, Wikerson. **O que é Wi-Fi?** 2012. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/wi-fi/197-o-que-e-wi-fi-.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

LECHETA, Ricardo R. **Web Services RESTful: Aprenda a criar web services RESTful em Java na nuvem do Google**. São Paulo: Novatec, 2015. 432 p
LIMA, Eliana Cunha; NASSIF, Maria Christina Martins; FELIPPE, Maria Cristina Godoy Cruz. **Convivendo com a Baixa Visão: Da Criança à Pessoa Idosa**. São Paulo: Fundação Dorina Nowill Para Cegos, 2007. 40 p.

MARI, Carina Morais Magri. **AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE E DA USABILIDADE DE UM MODELO DE AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM PARA A INCLUSÃO DE DEFICIENTES VISUAIS. 2001**. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3670/3683.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 02 out. 2017.

MASCARENHAS, Mariana Pimentel. **O direito à acessibilidade no Brasil: uma avaliação em internet banking na plataforma do Banco do Brasil**. 2015. 89 f. Monografia (Especialização) - Curso de Letras, Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/11610/1/2015_MarianaPimentelMascarenhas.pdf>. Acesso em: 02 out. 2017.

MONK, Simon. **Projetos com Arduino e Android: use seu smartphone ou tablet para controlar o Arduino**. Porto Alegre: Bookman, 2014, 202 p.

NGROK. **What is ngrok?** 2018. Disponível em: <<https://ngrok.com/product>>. Acesso em: 09 maio 2018.

NPM. **Http-server: a command-line http server**. Disponível em: <<https://www.npmjs.com/package/http-server>>. Acesso em: 09 maio 2018.

PAULO, Folha de São. **Tipos de Semáforos**. 2011. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1302201113.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

PAYÃO, Felipe. **Os 5 sistemas operacionais mobile mais vendidos de 2016**. 2016. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/mercado/108748-5-sistemas-operacionais-mobile-vendidos-2016.htm>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

PEREIRA, Caio Ribeiro. **Construindo APIs REST com Node.js**. São Paulo: Casa do Código, 2018.

PIXININE, Juliana. **Como um Wi-Fi funciona? Entenda a tecnologia**. 2015.

Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/02/como-um-wi-fi-funciona-entenda-tecnologia.html>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

RAMANN, Renan. **IOS, Android e Windows Phone: números dos gigantes comparados [infográfico]**. 2014. Disponível em:

<<https://www.tecmundo.com.br/sistema-operacional/60596-ios-android-windows-phone-numeros-gigantes-comparados-infografico.htm>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

RIBEIRO, Luiz Arthur Montes. **Manual de Educação para o Trânsito**. Curitiba: Juruá, 1998.

ROCHA, Fabiane Esperança. **Qual o termo certo?** 2014. Disponível em:

<<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/direito/qual-o-termo-certo/54811>>. Acesso em: 28 out. 2017.

RUBENS, João. **Primeiros passos com Node.js**. São Paulo: Casa do Código, 2018.

SILVEIRA, Paulo et al. **Introdução á Arquitetura e Design de Software: Uma visão sobre a plataforma Java**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

SMITH, Ben. **JSON Básico: conheça o formato de dados preferido da web**. São Paulo: Novatec, 2015. 400 p. Disponível em:

<<https://books.google.com.br/books?id=aGosCQAAQBAJ&pg=PA20&dq=JSON&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjk392xsfnaAhWMEZAKHUqQBycQ6AEIMDAB#v=onepage&q=JSON&f=false>>. Acesso em: 09 maio 2018.

SOLUÇÕES simples dão segurança a deficientes visuais em Londres. 2013.

Disponível em:

<http://www.bbc.com/portuguese/videos_e_fotos/2013/08/130820_londres_deficientes_visuais_mv>. Acesso em: 17 abr. 2017.

SORETTO, Maria Lucia; BERSH, Rita. **Assistiva - Tecnologia e Educação**. 2017.

Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/>>. Acesso em: 02 out. 2017.

SOUZA, Fábio. **O Hardware da Raspberry Pi 3**. 2016. Disponível em:

<<https://www.embarcados.com.br/hardware-da-raspberry-pi-3/>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

SOUZA, Ramon de. **Criador do Raspberry Pi palestra na Campus Party 2013**.

2013. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/campus-party-brasil-2013/36234-criador-do-raspberry-pi-palestra-na-campus-party-2013.htm>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

THOMSEN, Adilson. **Top 5 Projetos com Raspberry Pi**. 2016. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/top-5-projetos-com-raspberry-pi/>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

TIPOS de Semáforos. 2011. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1302201113.htm>>. Acesso em: 27 ago. 2017.

VIEIRA, Bruno. **Retrofit 2: o que devemos saber**. 2016. Disponível em: <<https://imasters.com.br/desenvolvimento/retrofit-2-o-que-devemos-saber/?trace=1519021197&source=single>>. Acesso em: 08 maio 2018.

VILLELA, Flávia. IBGE: 6,2% da população têm algum tipo de deficiência. 2015. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/noticias/2015/08/ibge-62-da-populacao-tem-algum-tipo-de-deficiencia>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

W3C. **Cartilha de acessibilidade na web W3C Brasil**. Disponível em: <<http://www.w3c.br/pub/Materiais/PublicacoesW3C/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-I.html#capitulo2>>. Acesso em: 02 out. 2017.

APÊNDICE A – ARTIGO CIENTÍFICO

Prototipação de Aplicativo Móvel para Assistência ao Deficiente Visual com Semáforo Automatizado

Mayara Freitas de Oliveira¹, Sérgio Coral²

¹Curso de Ciência da Computação – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) - Caixa Postal 3167 – 8806-00 – Criciúma, SC – Brasil

²Esp. Professor do Curso de Ciência da Computação – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) - Caixa Postal 3167 – 8806-00 – Criciúma, SC - Brasil

mayy_freitas@hotmail.com, sergiocoral@unesc.net

Abstract. *The use of technologies to assist people with a deficiency is being used a lot. It has become a responsibility of the professional in the technological area to seek development not only in systems and common apps that are utilized daily, but also to have a social impact and improve the person's quality of life.*

That being said, the present work brings a general perspective about visual impairment and seeks to create a technological solution, a mobile app. It can assist people with this impairment to identify the status of traffic lights for pedestrians to cross. For that, the technology necessary to build the prototype were listed. It was developed with the intention of simulating a life like scenario and situation. A more profound study of the tools used was also necessary for the access for the data of the traffic light to be made the best way. This resulted in the app that obtains and acquires the information and exposes the current situation of the traffic light through voice commands.

Resumo. *O uso de tecnologias para auxiliar pessoas com deficiência vem sendo muito utilizado, e tem se tornado uma responsabilidade para o profissional da área de tecnologia buscar desenvolver, não só sistemas e aplicativos comuns, que se utiliza no dia a dia, mas algo que, de alguma forma, tenha um impacto social e melhore a qualidade de vida das pessoas. Sendo assim o presente trabalho traz uma visão geral a respeito de deficiência visual e busca criar uma solução tecnológica, um aplicativo mobile, que auxilie pessoas com essa deficiência a identificar o status do semáforo de pedestres para atravessar as ruas. Para isso foram levantadas as tecnologias necessárias para a implementação do protótipo e o mesmo foi desenvolvido com o intuito de simular o cenário real da situação problema com todos os elementos, sendo eles o semáforo de pedestres e o aplicativo. Assim, foi necessário também um estudo mais aprofundado das ferramentas utilizadas para que fosse feita da melhor forma o acesso do aplicativo aos dados de status do semáforo. Isso resultou no aplicativo que obtém essa informação e expõe por comandos de voz a situação do semáforo.*

1. Introdução

A deficiência visual é uma limitação que atinge boa parte da população e afeta radicalmente a forma como a pessoa é conduzida à diversas situações do cotidiano, já que a visão é um dos sentidos mais importantes do ser humano por permitir captar as informações à sua volta (GIL, 2001). A visão é o sentido que permite assimilar o mundo exterior para orientar-se principalmente quanto à localização.

Por mais que as pessoas com deficiência visual tenham o apoio de familiares, amigos, pessoas que os acompanhe, ou façam o uso de bengalas articuladas e cães guia para se orientar em ambientes externos (HOFFMANN; SEEWALD, 2003), isso causa uma certa dependência que faz com que, algumas pessoas, se sintam desconfortáveis.

Em ambientes internos, geralmente as pessoas estão mais habituadas com a localização, como em casa, onde conseguem ter uma “memória” do lugar para saber por onde podem ou não passar com segurança, e é bem provável também que nesses casos haja uma certa acessibilidade para facilitar a locomoção autônoma do indivíduo.

Com base nesse cenário, e pensando em facilitar o cotidiano do deficiente visual, a tecnologia propõe diversas soluções como auxílio, desde a pessoa que não enxerga completamente nada até a pessoa com baixa visão, que teve apenas parte do sentido comprometido (AMPUDIA, 2011). É sabido que uma das finalidades da tecnologia é facilitar de alguma forma alguma atividade na vida das pessoas, sendo assim, a presente pesquisa fundamenta o desenvolvimento de um projeto para auxiliar o deficiente visual a atravessar a rua com mais autonomia utilizando de aplicativos, dispositivos móveis, conexões sem fio e outras ferramentas para o desenvolvimento de soluções tecnológicas.

Para obter um bom resultado torna-se primordial conhecer a necessidade do deficiente visual e encaixar a solução por meio da tecnologia no cenário proposto. Fazer uso dos recursos da melhor forma possível para que atenda aos requisitos propostos.

Assim sendo, foi realizado um estudo com o intuito de conhecer e entender as necessidades e dificuldades do deficiente visual, verificar as tecnologias disponíveis no mercado para a finalidade de assistência à essas pessoas. Foram apurados os conceitos, metas e regras de acessibilidade e usabilidade para reconhecer sua importância dentro e fora das soluções computacionais e aplicar o mínimo necessário para um bom resultado. Averiguou-se as tecnologias que podem ser utilizadas para o desenvolvimento de tal aplicação, em conjunto com o que já vem sendo utilizado. A metodologia do desenvolvimento do projeto teve início pela pesquisa de conceitos e aplicações já existentes na área tecnológica referente à mesma situação abordada, posteriormente o estudo dos recursos escolhidos para utilizar e o desenvolvimento da solução propostas.

2. Desenvolvimento

O trabalho desenvolvido tem como objetivo auxiliar pessoas com baixa visão a se orientar em meio a situação de atravessar as ruas sem a necessidade de estar acompanhado por outra pessoa. O intuito é, que com a instalação do aplicativo, o mesmo ajude o usuário a identificar se o status atual do semáforo de pedestres é aberto ou fechado. Quanto ao semáforo, foi confeccionada a sua prototipação para demonstração do funcionamento do aplicativo, simulando o comportamento habitual de um semáforo de pedestre.

2.1. Pesquisas

De modo que não foi realizado nenhum questionário ou pesquisa direta com pessoas com deficiência visual, todo o conhecimento adquirido para o desenvolvimento deste trabalho foi tido através de pesquisa em livros, artigos, teses e reportagens relacionados ao assunto. Igualmente, foram feitas as pesquisas a respeito de tecnologias já existentes para auxiliar deficientes visuais em diversificadas atividades, não somente na travessia de ruas. Dessa forma foi possível ter uma breve visão da forma como o deficiente visual lida com suas dificuldades cotidianas, e como essas pessoas se beneficiam na utilização das tecnologias disponíveis atualmente.

Com base nas pesquisas, foi observado que uma parte considerável das pessoas que fazem uso da tecnologia direcionada ao deficiente visual, sente-se satisfeita. E ademais, constatado que existem diversas tecnologias que exercem com sucesso suas funções propostas, sendo algumas bastantes conhecidas como os leitores de tela *Talk Back* (Android) e o *Voice Over* (iPhone).

Quanto ao semáforo, conhecer a sua origem, finalidade, evolução e funcionamento foi fundamental para o desenvolvimento do protótipo para que ele se assemelhasse ao máximo a um semáforo real dando mais precisão aos resultados no aplicativo mobile.

A partir da identificação das características e principalmente das tecnologias disponíveis para uso; iniciou-se o processo de desenvolvimento, tendo em foco uma ferramenta simples tanto para o usuário quanto para quem possa vir a ajudá-lo eventualmente.

2.2. Desenvolvimento da prototipação do semáforo com uso do Raspberry PI

A construção do protótipo do semáforo foi realizada para facilitar a idealização da situação problema. Ele contém os mesmos elementos que constituem o ambiente concreto com semáforos para carros e pedestres (figura 1).

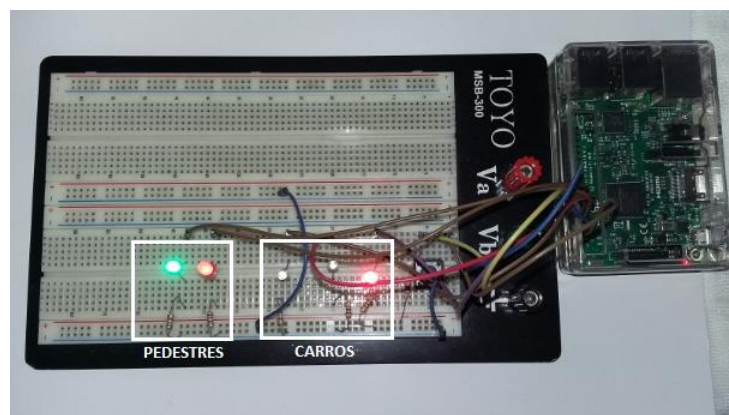
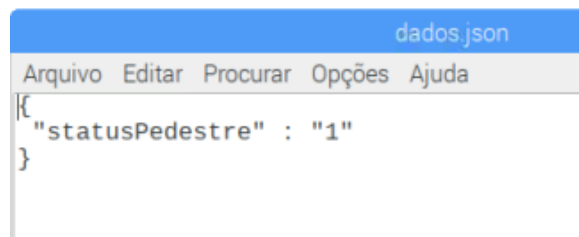


Figura 1. Protótipo do sistema semafórico

Para a codificação do semáforo, foi utilizado o mini microcomputador Raspberry PI 3 modelo B, com o sistema operacional *Linux* na versão *Raspbian*. A linguagem de programação aplicada foi Python na versão 2 em sua própria IDE, que pelas pesquisas em

projetos semelhantes, foi identificada como a linguagem de programação que tem um melhor desempenho em conjunto com o Raspberry PI comparado às outras, além de possuir fácil aprendizado e implementação.

Para apresentar o status atual do semáforo de pedestres, foi utilizado o arquivo em formato JSON cuja geração foi possível com o uso da biblioteca json da linguagem Python. Para um melhor desempenho da disponibilização dos dados, foi utilizado por padrão que o status aberto é identificado pelo número 1 e o status fechado é identificado pelo número 0 (figura 2).



```
dados.json
Arquivo Editar Procurar Opções Ajuda
{
  "statusPedestre" : "1"
}
```

Figura 2. Arquivo JSON com o status do semáforo

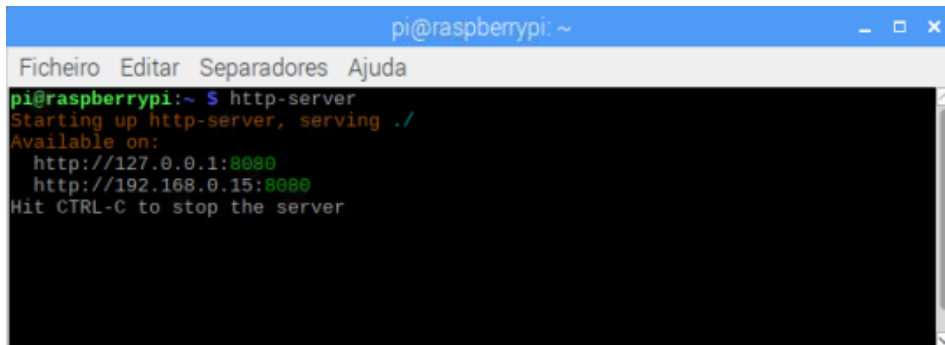
O Raspberry PI, proporcionou suporte às necessidades do projeto, atendendo a parte física e lógica, já que o código que faz a simulação do fluxo semafórico roda diretamente nele, e ele serve também como o *web service* que disponibiliza na *web* a informação do status atual do semáforo de pedestres.

Os componentes eletrônicos utilizados na confecção do protótipo do semáforo foram: LEDs, protoboard, botão e jumpers.

2.3. Elaboração do *web service*

Viu-se necessária a utilização de um *web service*, por ser uma das formas mais acessíveis para o aplicativo obter os dados do status do semáforo de pedestres. Para a elaboração do mesmo, foram utilizadas as tecnologias que atendiam as necessidades do projeto, visto a sua baixa complexidade em termos de armazenamento e disponibilização dos dados.

A confecção do *web service* foi feita no Raspberry PI, com a plataforma *Node.js*, versão 4.8.2, um interpretador de JavaScript que atua no lado do servidor. Seu *download* é gratuito, e a instalação foi feita com o comando `sudo apt-get install nodejs`. Em seguida, foi feita a instalação do *Node Package Manager* (NPM), por meio do comando `sudo npm install http-server`. Dessa forma, fazendo uso do comando `http-server` foi colocado o servidor em operação (figura 3).



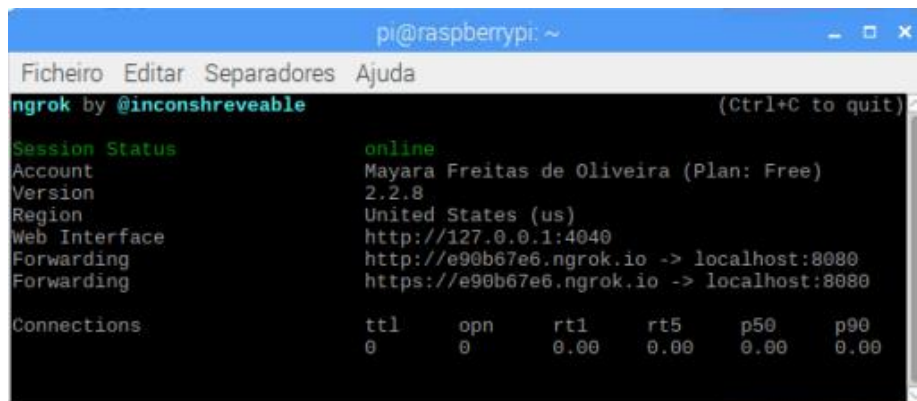
```

pi@raspberrypi: ~
Ficheiro Editar Separadores Ajuda
pi@raspberrypi:~ $ http-server
Starting up http-server, serving ./
Available on:
  http://127.0.0.1:8080
  http://192.168.0.15:8080
Hit CTRL-C to stop the server

```

Figura 3. Terminal do Raspberry PI, servidor em operação

Para disponibilizar o servidor previamente ativo na *web*, foi efetuada a instalação do *ngrok* (versão 2.8.8). O *ngrok* expõe um *web service* local para acesso na internet. Após o *download* gratuito, foi feita a instalação com o comando `sudo apt-get install ngrok`. O comando `ngrok http 8080`, expôs o servidor na *web*, gerando a URL de acesso (figura 4).



```

pi@raspberrypi: ~
Ficheiro Editar Separadores Ajuda
ngrok by @inconshreveable (Ctrl+C to quit)
Session Status      online
Account              Mayara Freitas de Oliveira (Plan: Free)
Version              2.2.8
Region               United States (us)
Web Interface        http://127.0.0.1:4040
Forwarding            http://e90b67e6.ngrok.io -> localhost:8080
                    https://e90b67e6.ngrok.io -> localhost:8080
Connections
  ttl    opn    rt1    rt5    p50    p90
   0     0     0.00  0.00  0.00  0.00

```

Figura 4. Terminal do Raspberry PI, com a URL de exposição do servidor

2.4. Implementação do aplicativo

O aplicativo foi desenvolvido na plataforma Android Studio na versão 3.1, com a linguagem de programação Java para Android. Sua interface é simples com poucos elementos na tela, sendo estes suficientes para que quem for ajudar o deficiente visual eventualmente possa compreender o aplicativo. Para a sua utilização não é necessário nenhum tipo de *login*.

A tela inicial do aplicativo, indicada na figura 5 (a), inicia em modo INATIVO, efetuando a busca por semáforos, sendo possível parar a sua execução ao clicar no botão PARAR. A figura 5 (b) mostra que, ao entrar na distância definida que para começar a efetuar as consultas do status, o aplicativo exibe na tela a distância em metros e anuncia por voz que um semáforo foi detectado.

Para facilitar a identificação da localização, todas as telas do aplicativo mostram a distância que o usuário está do semáforo, caso o mesmo saia da distância mínima definida, o aplicativo fica inativo novamente até que volte a cumprir este requisito.

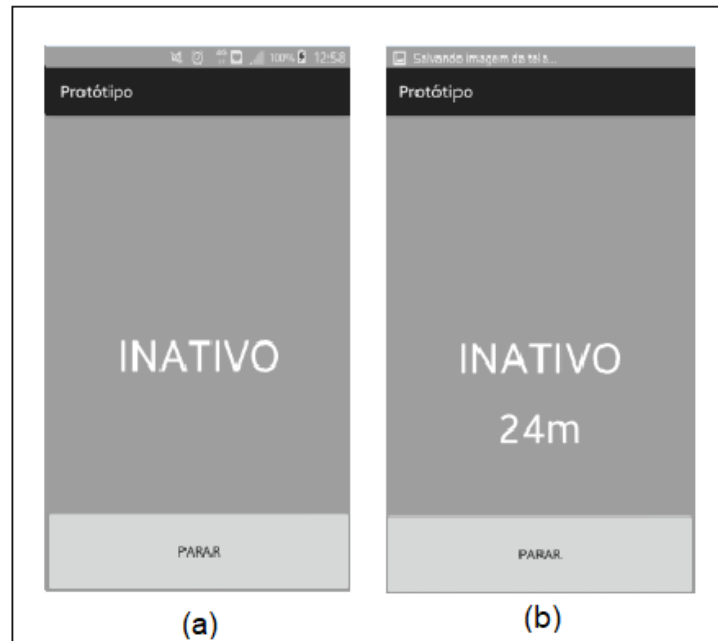


Figura 5. Telas do protótipo do aplicativo

É possível parar ou continuar a execução do aplicativo pelo botão PARAR, que tem seu texto alterado para CONTINUAR de acordo com seu estado.

Na figura 6 tem-se o comportamento do aplicativo quanto ao status atual do semáforo de pedestres.

Quando o status for fechado (figura 6 (a)), o aplicativo utiliza do recurso por voz para avisar ao usuário que o semáforo está fechado, além disso o aparelho emite bipes. No caso do status for aberto (figura 6 (b)), o comportamento do aplicativo se assemelha ao status fechado, anunciando por recurso de voz a situação atual do semáforo, e neste caso apenas emite vibrações. Com relação à interface, ela se torna autoexplicativa apontando em forma de texto e cor o status atual do semáforo de pedestres.



Figura 6. Tela do aplicativo retornando os status do semáforo de pedestres

7.1.5 Testes do protótipo

Os testes do protótipo foram sendo efetuados durante o desenvolvimento, constituindo-se em três partes: o fluxo semafórico do protótipo do semáforo, a disponibilização dos dados pelo *web service*, o desenvolvimento do aplicativo e por fim seu comportamento ao obter os dados.

Inicialmente, com base no conhecimento empírico a respeito dos semáforos, foram observados os tempos de cada sequência, e sendo feitos os ajustes de tempo do ciclo do semáforo em paralelo para que se tornasse o mais próximo da realidade. Em sequência, iniciaram-se os testes com a geração do arquivo JSON contendo a informação do status atual do semáforo de pedestres. Nesta etapa foram efetuados testes manuais e averiguação do arquivo enquanto o código do semáforo era executado.

A fase seguinte foi constituída pela elaboração do *web service*, certificando-se de era possível acessar o arquivo JSON com os dados do semáforo por meio de outros aparelhos e fora da rede local.

Após confirmar o acesso aos dados, os testes do aplicativo foram feitos durante o desenvolvimento para que fossem sendo feitas adaptações em paralelo. Primeiro utilizando de status falsos gerados no próprio aplicativo, sem nenhuma ligação com o *web service*, apenas para ver se o funcionamento do mesmo iria estar de acordo com o proposto. Isso foi feito para ajustar o recurso de voz que fala o status atual do semáforo de pedestres ao usuário.

Posteriormente, tendo o resultado da resposta do aplicativo, substitui-se o status falso pela conexão com o *web service*, e neste ponto foram efetuados os testes gerais do aplicativo para analisar se ele estava “falando” o status correto de acordo com o retorno das requisições do *web service* que disponibiliza o status do semáforo de pedestres.

Com isso foi identificado que seria necessário aumentar o tempo em que o semáforo de pedestres ficaria aberto para um melhor desempenho do aplicativo. Depois dos ajustes novos testes foram efetuados.

Por fim, a validação da localização, que foi feita mantendo o semáforo como um ponto fixo e se movimentando com o aplicativo ao seu redor. Foi definida uma distância mínima para que, quando o aplicativo estivesse localizado dentro desta distância o mesmo iniciasse as requisições de consulta do status. Também foram feitos testes com o uso de aplicativos que simulam a localização atual do aparelho para tornar os testes mais eficientes. Esses testes foram feitos em paralelo a possíveis ajustes necessários até que o aplicativo tivesse o resultado esperado.

3. Resultados e Discussões

As informações que possibilitaram obter-se o conhecimento a respeito do deficiente visual e da situação problema permitiram melhor entendimento da deficiência, das dificuldades encontradas por essas pessoas e de como a tecnologia pode sim, ajudar a melhorar diversas tarefas cotidianas.

O estudo do presente trabalho resultou em um protótipo de aplicativo que informa ao usuário o status atual de um semáforo de pedestres o qual foi também desenvolvido o protótipo ao longo do projeto. Foi possível trabalhar com diversas tecnologias bastante utilizadas atualmente, como o desenvolvimento mobile (Android), arquitetura RESTful, no caso do *web service* e a integração entre dispositivos. O projeto abrangeu também a parte de eletrônica, com o desenvolvimento do protótipo do semáforo, possibilitando trabalhar a parte de hardware.

Quanto à parte social do estudo foi de grande importância conhecer e identificar os pontos de acessibilidade e usabilidade dentro e fora da computação para que fosse desenvolvida uma solução acessível, ainda que seus conceitos não tenham sido aplicados em sua totalidade.

Os trabalhos semelhantes auxiliaram para entender a aplicação das tecnologias utilizadas no presente trabalho em diferentes contextos e soluções.

Cumpriu-se o objetivo de informar o usuário a situação atual do status do semáforo de pedestres por meio de um protótipo de aplicativo, bem como a confecção do protótipo do sistema semaforico. Vale salientar que apesar de ter alcançado o objetivo proposto, por se tratar de um projeto acadêmico, o mesmo ainda apresenta algumas instabilidades e pontos a melhorar em suas funcionalidades, principalmente com relação à precisão da localização adquirida pelo *smartphone* do usuário.

4. Conclusão

O desenvolvimento de soluções tecnológicas para pessoas com algum tipo de deficiência é uma tarefa diferenciada por envolver questões de acessibilidade, usabilidade e segurança, mas é algo que vem crescendo e facilitando a vida das pessoas, pois a tecnologia torna-se uma aliada. De alguma forma, é possível disseminar a inclusão mantendo todos conectados e interagindo mesmo com a diversidade de níveis de usuário.

Durante o estudo realizado, foi possível o desenvolvimento do protótipo de aplicativo móvel para Android que fez uso de conexão com *web service* para obter a situação do status do protótipo do semáforo de pedestres e informar ao usuário, neste caso, deficientes

visuais (baixa visão). Por meio do protótipo desenvolvido é possível simular a situação problema e ter uma visão geral de como o aplicativo se comportaria em uma situação real.

A elaboração do projeto proporcionou a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, destacando algumas áreas como: circuitos digitais, programação, lógica de programação, desenvolvimento para dispositivos móveis, arquitetura de computadores entre outras, efetivando o processo de aprendizagem acadêmico. Mesmo assim, diversas dificuldades foram encontradas, principalmente com relação ao desenvolvimento do aplicativo nas funções de captura da localização do usuário através da sua latitude e longitude fazendo-se necessárias pesquisas mais aprofundada e compartilhamento de ideias com profissionais da área para poder encontrar as soluções.

O aplicativo comportou-se da maneira esperada, sendo assim, foi alcançado o objetivo proposto do trabalho, apesar das adaptações feitas no decorrer do projeto. Inicialmente pensou-se em configurar o Raspberry PI com um IP fixo para que o aplicativo se conectasse diretamente nele, porém ao mexer nas configurações de rede do mesmo, o módulo de *wi-fi* parou de funcionar, fazendo com que fosse necessária uma restauração do sistema do Raspberry e assim foi pensado na solução de expor o *web service* na web para acesso externo, que acabou sendo a forma utilizada.

Para dar continuidade a este trabalho, podem ser desenvolvidos trabalhos futuros que envolvam: melhorar a precisão da localização, buscar a localização atual do semáforo e melhorar o protótipo do semáforo. Pode-se trabalhar a questão da usabilidade modificando a interface, aprimorar a segurança da aplicação e aperfeiçoar o *web service*, estabilizando a URL de acesso. Abranger o cenário utilizando mais de um semáforo e mais de um aplicativo e incluir possíveis funcionalidades que possam agregar ao projeto.

Referências

GIL, Marta. Cadernos da TV Escola: Deficiência Visual. Brasília, 2001. 80 p.

HOFFMANN, Sonia B.; SEEWALD, Ricardo. **Caminhar sem Medo e sem Mito:** Orientação e Mobilidade. 2003. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/orienta>>. Acesso em: 22 out. 2017.

AMPUDIA, Ricardo. **O que é deficiência visual?** 2011. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/270/deficiencia-visual-inclusao>>. Acesso em: 17 set. 2017.