

**Um sistema baseado nas NTICs para auxílio aos deficientes visuais em sua caminhada por locais desconhecidos**

**A system based on the NICTs for aid blind and people with vision impaired in their hiking route for unknown locations**

**Desire Nguessan**

Faculdade de Tecnologia - FATEC, Brasil

E-mail: desireng2003@yahoo.fr

**Buno Pardini**

Faculdade de Tecnologia - FATEC, Brasil

**Sidney Martini**

Universidade de São Paulo, Brasil

Recebido: 15/10/2016 – Aceito: 11/01/2017

**Resumo**

O trabalho tem por objetivo analisar um sistema de mobilidade para deficiente visual na sua rota de caminhada até o local onde ele queira. Foi verificado o que há no estado da arte na área de mobilidade e acessibilidade para os deficientes. Houve um estudo do comportamento dos deficientes visuais e entrevistas com os mesmos foram feitas, procurando saber o que eles pensam sobre o uso das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC). Para alcançar nosso objetivo geral fizemos um estudo da computação móvel, das tecnologias de reconhecimento de voz, GPS (Global Positioning System), da plataforma Android e Arduino. Usou-se a engenharia de software para a análise, o projeto e implementação do sistema. Por fim testes foram feitos para validar a funcionalidade e confiabilidade do sistema. Quando aproximado um objeto ao sensor infravermelho, houve o sinal sonoro avisando tal proximidade, sendo que a distância máxima de identificação foi de 0,8m aproximadamente. Com essa distância máxima de identificação, o deficiente visual tem tempo suficiente para desviar do obstáculo à frente. Pode-se concluir então, que a identificação de obstáculos atende ao que foi proposto.

**Palavras-chave:** Sistema móvel; mobilidade; acessibilidade.

## **Abstract**

The aim of the work is to analyze a mobility system for visually impaired people on their route to the place where they want to go.. It was checked what is in the state of art in the mobility and accessibility area for visually impaired. It was made the study of the behavior of the visually impaired and interviews with them were made in order to know what they think about the use of the new technologies of information and communication, helping us in the development of this system. In order to reach our general goal it was made a study of the mobile computing technologies, like voice recognition, GPS (Global Positioning System), the Android and Arduino platform. We used software engineering for the analysis, design and implementation of the system. Finally tests were done to validate the functionality and reliability of the system. When an object was approached to the infrared sensor, there was a beep warning of such proximity, and the maximum identification distance was approximately 0.8m. With this maximum distance of identification, the visually impaired person has enough time to deviate from the obstacle ahead. It can be concluded, then, that the identification of obstacles meets what was proposed.

**Keywords:** Mobile system; mobility; accessibility.

## **1. Introdução**

A tecnologia móvel possui grande importância nos dias atuais, sendo que tal importância vem crescendo a cada dia, principalmente devido às NTIC, envolvendo desde dispositivos móveis, redes sem fio e móveis até os sistemas de geolocalização. Essas tecnologias têm sido utilizadas para auxiliar as pessoas de diversas formas, como o auxílio ao conhecimento, localização, mobilidade, etc. Algumas formas com que as NTIC auxiliam as pessoas é explicado pelo ITU-T (2006) da seguinte maneira:

Access to information, and therefore to knowledge acquisition, is viewed as crucial for the development process. In this respect, special attention should presently be paid to technology for it creates opportunities for the advancement of health care and nutrition, for the broadening of knowledge, the simulation of economic growth, and it also provides individuals with the means to participate in the life of the community.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Acesso à informação e, portanto, a aquisição de conhecimento, é visto como crucial para o processo de desenvolvimento. A este respeito, uma atenção especial deve ser dada à tecnologia por ela criar oportunidades

Este trabalho explora o contexto da tecnologia móvel no auxílio aos deficientes visuais. Para a realização deste trabalho, a seguinte pergunta foi feita: como auxiliar os deficientes visuais em sua rota de caminhada utilizando as NTIC? Os problemas em questão são as dificuldades enfrentadas pelos deficientes visuais em sua jornada de caminhada, sendo que há muitos empecilhos, como, por exemplo, buracos nas calçadas e outros obstáculos que dificultam sua caminhada e, também, o pouco ou nenhum conhecimento de um determinado local. Para este problema, foram feitos um estudo e a implementação de um sistema de apoio aos deficientes visuais através de um smartphone com a tecnologia 3G, 4G (Terceira e Quarta geração), GPS (ZHENG 2010), Arduino (ARDUINO, 2016), juntamente com um Webservice para haver auxílio ao reconhecimento de voz, verificando a confiabilidade do mesmo. Por meio de pontos (endereços) cadastrados no dispositivo pelo usuário, ele guia os deficientes visuais por rotas, avisando-os onde está seu destino, além de avisá-los sobre algum obstáculo que estiver em sua rota (postes, árvores e etc.) por meio de sinal sonoro emitido por hardware específico para identificação de obstáculos ou se o deficiente visual estiver seguindo fora da rota, há o aviso da navegação GPS sobre esta situação, criando uma rota alternativa para o deficiente visual.

O objetivo deste trabalho é analisar um sistema de mobilidade para deficiente visual na sua rota de caminhada até o local onde ele queira chegar. Para alcançar este objetivo, foram definidos alguns objetivos específicos: o estudo da computação móvel, das tecnologias de reconhecimento de voz, GPS, Arduino e a programação para celular Android. (VIDAS, ZHANG, 2011) Foram realizadas entrevistas para levantar as necessidades e aceitabilidade das NTIC pela comunidade de deficientes visuais.

As próximas seções desse artigo são organizadas da seguinte maneira: Na Seção 2 foi introduzida uma visão da mobilidade tanto no âmbito social quanto tecnológico, explica-se os comportamentos e características sobre os deficientes visuais, além da acessibilidade da proposta os aspectos da computação móvel. A seção 3 apresenta o sistema proposto e os detalhes da sua implementação: diagramas de caso de uso e as tecnologias usadas. Por fim na seção 4 estão os resultados obtidos a conclusão e as considerações finais.

## **2. Mobilidade**

A mobilidade, no âmbito social, é definida por Vasconcellos (2001) da seguinte maneira: “Habilidade de movimentar-se, em decorrência de condições físicas e econômicas.”, ou seja, é a forma com que as pessoas se movimentam em um determinado local, por meio de diversas formas, como por exemplo, chegar em um determinado local a pé ou de carro, sendo que as condições físicas e econômicas são fatores determinantes para a forma de locomoção. A mobilidade pode ser vista como movimento do usuário ou do terminal com ou sem a continuidade do serviço acessado (KARAM, 2006)

A mobilidade, no âmbito tecnológico, é definida pelo ITU-T (2016) como as tecnologias da informação e telecomunicação que podem ser utilizados em qualquer lugar, como o caso do celular ou até o notebook. Segundo Nguessan (2010) na sua tese de doutorado a mobilidade é a capacidade de usar uma determinada aplicação, ou serviço, sem a interrupção, através de várias tecnologias, permitindo o movimento entre pontos de acesso com ou sem fio. As possibilidades oferecidas pelas tecnologias da computação móvel permitiram o surgimento de dois novos conceitos (OFTA, 2007): computação ubíqua (tradução do termo *ubiquitous computing*) e a computação nômade (*nomadic computing*). A **computação ubíqua** foi introduzida no início dos anos 90 por Mark Weiser, como sendo a emergente da terceira geração dos sistemas computacionais. É um paradigma centrado no usuário que tem como principal objetivo fornecer ao usuário, da forma mais natural, de qualquer lugar e a todo instante (**all the time everywhere**) o acesso à informação e serviços informáticos. A **computação nômade** implica no uso de dispositivos portáteis em conjunto com as tecnologias de comunicações móveis viabilizando ao usuário o acesso aos seus dados e informações, remotamente, a partir de qualquer lugar que esteja visitando. Neste caso, o usuário se fixa em algum ponto para acessar aplicativos ou serviços de maneira remota, permanecendo desconectado enquanto está em trânsito (KARAM, 2006). O slogan da computação nômade é **anytime anywhere** (de qualquer lugar a qualquer momento) que não deve ser confundido com *all the time everywhere* (de qualquer lugar a todo instante).

A recomendação do ITU-T descreve os requisitos para proporcionar “gestão de mobilidade”, isto é, o conjunto de funções usadas para proporcionar a mobilidade. Estas funções incluem a autenticação, autorização, atualização de localização, paginação e download de informações do usuário (NGUESSAN, MARTINI, 2015). Nosso objetivo é trabalhar em conformidade com as recomendações do ITU.

## 2.1 Tecnologias móvel

O Business Link, que é um site do governo britânico para negócios, explica que a tecnologia móvel é exatamente o que aparenta, ou seja, uma tecnologia que é portátil. Alguns exemplos de tecnologia móvel são ultrabook, telefones móveis, smartphones, smart TV, e dispositivos de GPS. Há também as tecnologias de comunicação, como o Wi-Fi, Bluetooth, WIMAX, LTE, GSM (Global System for Mobile Communications), o 3G 4G e 5G, que são bastante utilizados atualmente conhecidos também como tecnologias de conectividade da rede celular. A Tabela 01 resume a definição, a tecnologia (protocolo), os serviços e a faixa de frequência utilizada nas gerações de rede celular.

**Tabela 01:** Resumo das gerações de rede celular

	<b>1G</b>	<b>2G</b>	<b>2,5G</b>	<b>3G</b>	<b>4G</b>
<b>Tecnologia</b>	AMP, NMT, TACS	TDMA, GSM,CDMA	GPRS, EDGE	UTMS, CDMA 2000	WIMAX, LTE, WIFI
<b>Definição</b>	Analógica	Digital Comutação de circuito com banda estreita	Digital comutação Pacote de dados	Digital Pacote de dados com banda larga	Usa IP e alta taxa de transferência
<b>Serviços</b>	Voz	Voz e dado	Multimídia	Multimídia	Multimídia
<b>Frequência</b>	400MHz até 900MHz	900MHz até 1900 MHz	900MHz até 1900MHz	Até 2GHz	>2GHz
<b>Velocidade</b>	Até 10Kbps	9,6 a 64,4 Kbps	Até 384kbps	Até 3Mbps	3 até 300Mbps

Fonte: os autores.

Fora o smartphone, o tablet foi lançado em 2010, pela Apple, sendo um novo padrão de dispositivo, não sendo comparado nem a um computador e nem a um smartphone, sendo utilizado para acessar a internet, visualizar fotos, vídeos, ler livros e revistas digitais, jogos, etc. Utiliza tela touchscreen (sensível ao toque).

Os dispositivos móveis estão cada dia se tornando mais utilizados, sendo que a utilização em específico de smartphones e tablets está aumentando consideravelmente. Isso pode ser comprovado por uma pesquisa realizada pela Cisco que mostra que o número de celulares, tablets e outros dispositivos móveis vão superar o número de humanos em 2012, sendo que a previsão para 2016 é que existam 10 bilhões desses aparelhos espalhados pelo mundo.

Com a análise desses dados, verifica-se a importância da mobilidade para a sociedade mundial atualmente, sendo que essa importância vem da portabilidade, facilidade de uso e necessidade das pessoas por informações a todo instante, como o acesso à internet para visitar uma página na web, fazer downloads de aplicativos, entre outros.

## **2.2 Deficiência visual e deficientes visuais**

A visão é um dos sentidos que ajuda as pessoas a compreenderem o que há em volta e dá significado aos objetos, conceitos e ideias. A perda da visão pode ser resultado de vários casos, existindo níveis da deficiência. O LARAMARA cita que a deficiência visual é a perda total ou parcial da visão, congênita ou adquirida, sendo que, de acordo com a condição visual, o deficiente pode ser cego ou ter baixa visão. Na classificação médica, segundo texto da ACSM (American College Medicine, 1997) citado por Fugita (2002), a cegueira pode ser definida como: **Cegueira por acuidade, Cegueira por campo visual e Cegueira total** (CRÓS, 2016). Os deficientes visuais são pessoas que estão sempre superando as dificuldades de alguma forma, como, por exemplo, para realizarem alguma ligação pelo telefone celular, eles escutam o som da tecla que está sendo pressionada para identificar o número. Mesmo com diversas dificuldades encontradas, eles fazem o possível para contorná-las, sendo que uma das principais dificuldades está na área de computação móvel.

## **2.3 Acessibilidade**

Acessibilidade significa, de acordo com o ITU-T, "...enabling people with the widest possible range of human capabilities to operate and use terminals and services."<sup>2</sup>. A acessibilidade é um termo bastante utilizado, significando não apenas permitir que deficientes

---

<sup>2</sup> ...permitindo que as pessoas com o maior número possível de recursos humanos possam operar e utilizar terminais e serviços. (Tradução nossa)

ou pessoas com mobilidade reduzida participem de atividades utilizando produtos, mas também serviços e informação, que atualmente está em foco com as várias tecnologias oferecidas, porém tem muito a melhorar.

O ITU-T definiu algumas atividades padronizadas para garantir que os serviços sejam usados pelo maior número possível de pessoas, incluindo pessoas com deficiência, tais como:

1. Controle de dispositivos através da interface com o usuário;
2. Controle de serviços;
3. Transporte de mídia;
4. Entrada de mídia pelo usuário;
5. Apresentação de mídia ao usuário;
6. Invocação de serviços de tradução de mídia;
7. Gerenciamento de perfil e de usuário;
8. Utilização do perfil do usuário.

No caso da primeira atividade citada pelo ITU-T, deve-se haver, por exemplo, no caso de usuários com deficiência visual, diferentes formas de lidar com mídias, como o acesso a determinadas funções do dispositivo através de comandos por voz. A segunda atividade refere-se a formas alternativas de controlar os serviços. Na terceira atividade, deve haver a certeza que as propriedades dos dados transportados estão de acordo com o usuário receptor, onde, por exemplo, as propriedades de transporte de áudio devem passar de forma clara a mensagem para a percepção da linguagem pelo usuário. O quarto caso deve assegurar que as propriedades de entrada de mídia são adequadas para a percepção acessível do usuário. O quinto caso traz métodos para a apresentação de mídias alternativas, levando o conteúdo acessível ao destinatário e assegurar que as propriedades de mídia são adequadas para a percepção do usuário, onde, por exemplo, de acordo com o W3C, a apresentação deve ser descrita, sendo possível apresentar informações com características seletivas para o receptor. O sexto caso pode ser um importante meio de prover acessibilidade, sendo que pode ser feito por mídias de tradução, devendo ser algo claro para o usuário. No sétimo caso, há a preocupação em fazer com que o gerenciamento de usuários e de perfis seja realizado em acordo. No oitavo caso, evidencia-se a importância das características para a acessibilidade de perfis.

Na arquitetura e urbanismo, a acessibilidade é uma grande preocupação, apesar de já estar havendo alguma melhora para atender os deficientes, como, por exemplo, elevadores e rampas para cadeirantes ainda falta muito para atingirmos o que seria ideal.

Em informática, sistemas que facilitam acessibilidade para deficientes utilizarem os recursos do computador estão evoluindo cada dia mais. Há sistemas como teclados virtuais para portadores de deficiência motora e sintetizadores de voz para pessoas com problemas de fala.

Na internet, o W3C (World Wide Web Consortium) visa a acessibilidade para todos, independentemente de ter deficiência ou não. O W3C possui diversos comitês que estudam as tecnologias existentes para as páginas na web, sendo que, com a padronização, programas podem acessar facilmente os códigos e entender o que há na página para realizar determinada atividade; um exemplo de tal programa é o Dosvox, desenvolvido na UFRJ, que reproduz, por voz, o conteúdo de uma página web.

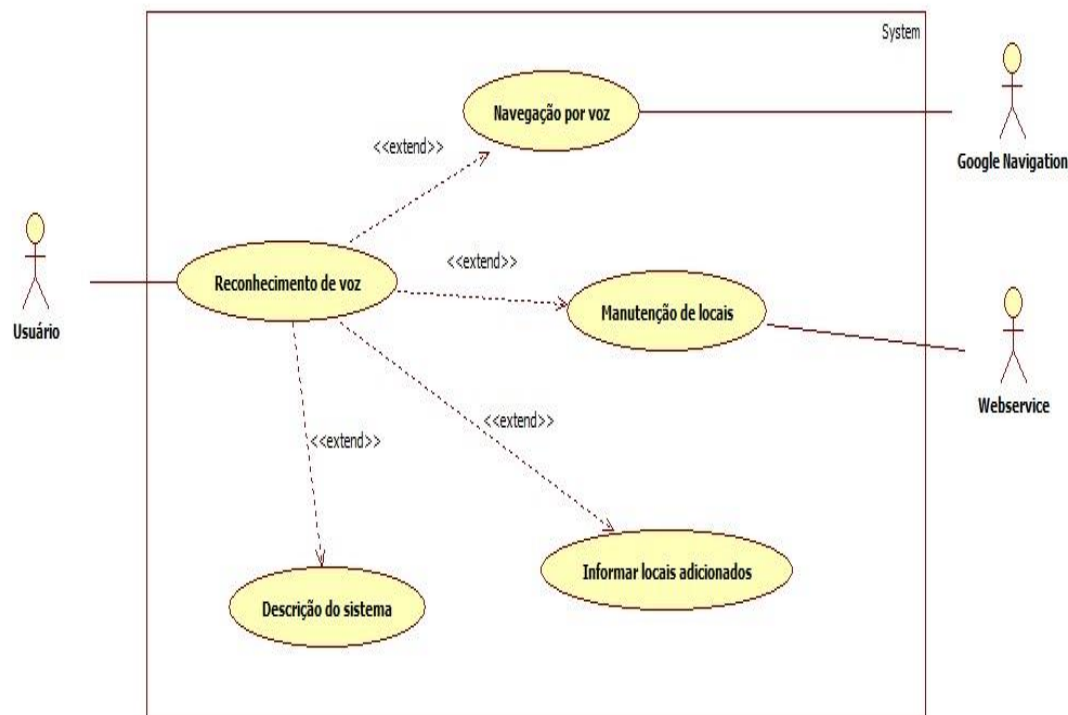
### **3. Análise, implementação do sistema e metodologia do estudo**

O sistema proposto auxilia o deficiente visual na sua rota de caminhada através de reconhecimento de voz e leitura de palavras que estão na tela. A interação com sistema é feita via voz, o sistema de navegação GPS da Google e um sistema de detecção de obstáculo (MOULTON, PADHAN, 2009). O sistema apresenta a rota apé, falando por onde a pessoa precisa ir para chegar ao seu destino. Também há a identificação de obstáculos que realiza a verificação se há algum objeto próximo, avisando por sinal sonoro.

A navegação pode ser por voz, utilizada principalmente por deficientes visuais ou também por outras pessoas através dotouch, realizada neste caso por pessoas que não possuam deficiência visual. Pode-se fazer a adição de novos locais, onde são informado nome, endereço e opcionalmente o CEP do local. No caso de alteração do local, é preciso informar apenas o nome do local e, assim, se existir, o sistema identifica qual o endereço e o CEP do mesmo, podendo então fazer a alteração de qualquer informação. A opção de procurar um local permite que informa-se o nome do local e, então, o sistema procura na sua base de dados por este local e assim pode se iniciar ou não o serviço de navegação por GPS para este local. Na navegação por GPS, é necessário informar o nome do local para que o endereço do mesmo seja informado ao sistema de navegação. A indicação da rota para o deficiente é feita por voz e sinais sonoros (em caso de obstáculos). Existe um favorito que mantém o histórico das rotas para posteriores acessos

Os diagramas Figura 01 e Figura 02 ilustram os diagramas de casos de usos representando cenário do sistema com as funcionalidades e seus respectivos usuários externos.



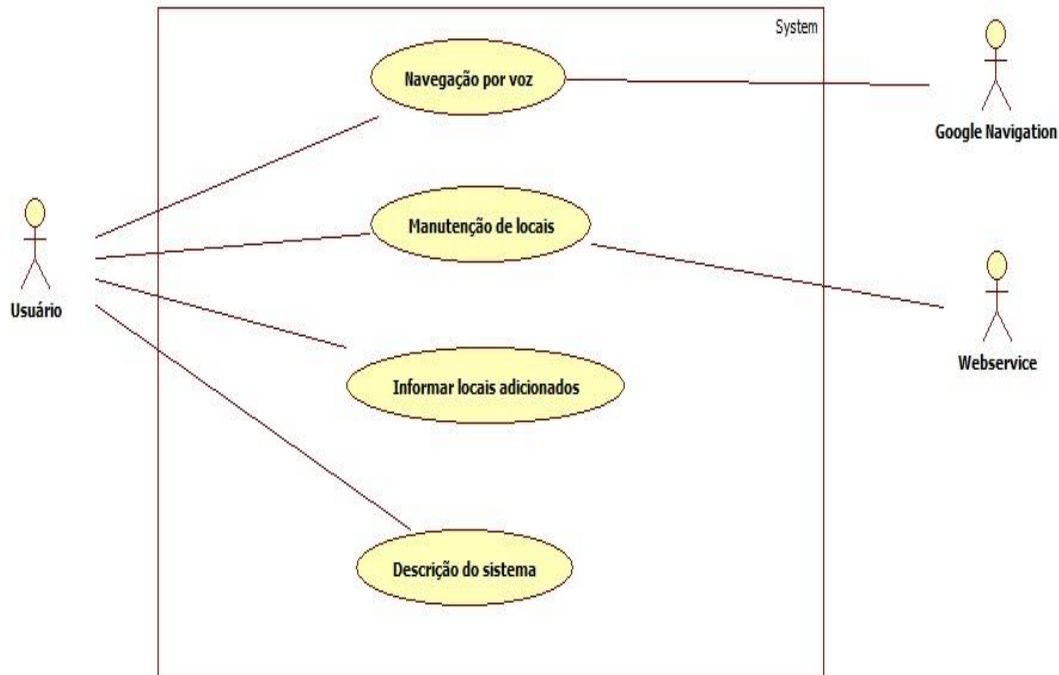


**Figura 1 - Diagrama de casos de uso (deficiente visual)**

A Figura 1 apresenta os serviços do módulo do sistema usado pelo deficiente visual. Ele permite via voz: navegar, adicionar novo local, alterar, excluir, procurar e listar locais já cadastrados. Esses serviços são apoiados pelo sistema de navegação da Google e de um webservice mantido em servidor dedicado. O webservice tem a função de disponibilizar dados para auxiliar o reconhecimento de voz nas funções de manutenção de locais, fazendo com que haja maior confiabilidade. O principal motivo pela utilização de tal webservice foi, além de auxiliar no reconhecimento de voz, é garantir a escalabilidade e disponibilidade (facilidade de crescimento) do sistema.

A Figura 2 apresenta os serviços do módulo do sistema que são acessados por touch. Esses serviços são dedicados a usuário não deficiente visual.

As tecnologias utilizadas para implementar o webservice foram o PHP, MySQL, Androide JSON (JavaScriptObjectNotation). Os serviços do webservice são acessados através de um dispositivo móvel nesse caso o celular do deficiente visual. Foram realizados testes do webservice, os resultados são satisfatórios, havendo o retorno correto de todas as palavras que eram precisas para o sistema.



**Figura 2** - Diagrama de casos de uso (não deficiente visual)

A identificação de obstáculo é realizada pelo conjunto de dois hardwares: Arduino e infravermelho. O Arduino realiza a parte da lógica, passando a informação para o infravermelho, sendo que foi realizada a programação do Arduino com a linguagem de programação C++, e o infravermelho tem o objetivo de identificar se há algo próximo naquele momento. Para a realização deste teste foi utilizado também um buzzer, que é um hardware para produzir o sinal sonoro quando houver a identificação de algum objeto. Com os testes realizados, pôde ser verificado que o conjunto do Arduino com o infravermelho obteve êxito na identificação de objetos próximos, sendo que a distância máxima para tal identificação foi de aproximadamente 0,8 metro.

#### 4. Resultados e considerações finais

Todos os casos de uso foram especificados corretamente, tanto na visão da utilização do sistema pelo usuário deficiente visual quanto não deficiente visual. Os casos de uso foram bem descritos. As entrevistas auxiliaram bastante no desenvolvimento do projeto, pois foram opiniões de pessoas que são deficientes visuais e também que estão envolvidas nesse meio, tanto na parte educacional quanto tecnológica, de acessibilidade e mobilidade. Os testes do sistema móvel, do webservice e da identificação de obstáculos foram realizados com êxito.

O que pôde ser verificado nas entrevistas é que a tecnologia de reconhecimento de voz precisa de uma melhora na identificação da voz. A **bengala e cão-guia**, em hipótese alguma, podem deixar de serem utilizados, pois são mecanismos de segurança e auxílio essenciais para o deficiente visual. O sistema proposto entra como um auxílio para o deficiente visual em sua jornada de caminhada com focos a utilização das NTIC.

Analisando os testes das funcionalidades, todas as funcionalidades do sistema foram testadas com êxito. Um ponto que pode ser observado é que o reconhecimento de voz, em alguns casos, apresentou erro de rede e no servidor, fazendo com que o deficiente visual fizesse o procedimento novamente, mas esses erros foram tratados, realizando o aviso de tal erro por voz. O webservice também obteve êxito, pois retornou todas as palavras que o sistema precisava para haver o complemento para o reconhecimento de voz. Pode-se concluir, a partir dos testes feitos, que as funcionalidades atendem o que foi proposto.

Analisando os testes feitos com a identificação de obstáculos, houve êxito e bons resultados. Quando aproximado um objeto ao sensor infravermelho, houve o sinal sonoro avisando tal proximidade, sendo que a distância máxima de identificação foi de 0,8m aproximadamente. Com essa distância máxima de identificação, o deficiente visual tem tempo suficiente para desviar do obstáculo à frente. Pode-se concluir então, que a identificação de obstáculos atende ao que foi proposto.

Outro propósito desse trabalho é seu caráter social, visando a inclusão efetiva da comunidade de deficientes visuais na sociedade e torná-los participativos da vida social facilitando seu acesso e mobilidade a todos os lugares que desejarem.

Para trabalhos futuros, pretende-se implementar a funcionalidade do reconhecimento de voz off-line ou embarcado no dispositivo móvel, fazendo com que não haja a dependência de redes wireless e, também, melhorar a integração do dispositivo móvel com o hardware de identificação de obstáculos.

## **Referências**

- ARDUINO. **WhatIsArduino?** Disponível em: <http://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em 18/12/2016.
- CRÓS, Chimênia Xavier; Mataruna Leonardo; et al. **Classificação da deficiência visual:** compreendendo conceitos esportivos, educacionais, médicos e legais. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd93/defic.htm>>. Acesso em 08/12/2016.

KARAM, D. J. **Modelo de negócio para mobilidade e interatividade em ambientes onvergentes heterogêneos.** Tese de Doutorado - POLI/USP Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2006, 80p

ITU-T Newslog. **New Mobility Standard.** Disponível em: <<http://www.itu.int/ITU-T/newslog/New+Mobility+Standard.aspx>>. Acesso em 28/12/2016.

MOULTON, Bruce; PADHAN, Gauri et al. **Voice operated guidance systems for vision impaired people:** investigating a user-centered open source model. University of Technology, Sydney, 2009.

NGUESSAN, D. **Um modelo de gerência de segurança para middleware baseado em tuple para ambientes difusos e nômades.** Tese de doutorado, Departamento de Engenharia de sistemas digitais e Computação, pp.150, São Paulo 2010

NGUESSAN, D MARTINI J. S. C., **Framework for security and privacy management for mobile middleware based on tuple,** IEEE Latin America Transactions 13 (8), pp. 2757-2762, pp.2014-2020, 2015

OFTA - **Observatoire Français des Techniques Avancées, Informatique Diffuse,** Paris, mai 2007

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. **Transporte urbano, espaço e equidade: análises das políticas públicas.** 2ª ed. Editora Annablume. São Paulo, 2001, p. 40.

VIDAS, Timothy; ZHANG, Chengye; et al. **Towards a General Collection Methodology for Android Devices.** Carnegie Mellon, 2011, p.4.

ZHENG, Vincent W.; ZHENG, Yu; et al. **Collaborative Location and Activity Recommendations with GPS History Data.** Hong Kong University of Science and Technology, Beijing, 2010.