



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS  
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**ADEMAR FERREIRA LIMA NETO**

**UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS  
VOLTADAS PARA AUXILIAR A LOCOMOÇÃO DE DEFICIENTES  
VISUAIS EM AMBIENTE EXTERNO**

Maceió - AL  
2019

**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS  
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**ADEMAR FERREIRA LIMA NETO**

**UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS  
VOLTADAS PARA AUXILIAR A LOCOMOÇÃO DE DEFICIENTES  
VISUAIS EM AMBIENTE EXTERNO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Sistemas de Informação do Instituto Federal de Alagoas como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientadora: Profa. Dra. Mônica Ximenes Carneiro da Cunha

Maceió - AL  
2019

# **UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS VOLTADAS PARA AUXILIAR A LOCOMOÇÃO DE DEFICIENTES VISUAIS EM AMBIENTE EXTERNO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Sistemas de Informação do Instituto Federal de Alagoas como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Trabalho aprovado. Maceió – AL,

---

**Profa. Dra. Mônica Ximenes Carneiro da Cunha (IFAL)**  
Orientador

---

**Prof MsC Fabrisia Ferreira de Araujo (IFAL)**  
Examinador

---

**Prof MsC Ricardo Rubens Gomes Nunes Filho (IFAL)**  
Examinador

Maceió - AL  
2019

**“Ame o seu próximo como a si mesmo”.**  
**Mateus 22:39**

## DEDICATÓRIA

A minha mãe: **Gleide Teixeira de Araújo Lima**.  
Meu Pai: **Antônio Carlos Ferreira Lima**. Ao meu  
irmão e meus pastores, por todo carinho,  
compreensão e apoio que me direcionaram até  
aqui, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por sempre estar presente em minha vida, por me abençoar e me agraciar com sabedoria, paz e amor nos momentos que precisei.

A minha amada e querida mãe **Gleide Teixeira De Araújo Lima**, por todo o seu amor, carinho, orações, paciência e conselhos que sempre me direcionaram ao caminho certo.

A meu pai **Antônio Carlos Ferreira Lima**, ao meu irmão **Antônio Lucas De Araújo Lima**, pelo apoio compreensão e conselhos que me direcionaram até aqui.

Aos meus pastores **José Márcio da Silva**, e **Eleonora de Macedo Silva**, por sua sabedoria, orientação, paciência, orações e conselhos com os quais me ajudaram a trilhar este caminho.

A professora doutora **Mônica Ximenes**, pelo direcionamento ao longo dessa orientação, pelas leituras sugeridas, pela dedicação e paciência.

Aos professores do Curso de Graduação de Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal de Alagoas, que contribuíram para a minha formação ao longo destes anos de graduação, por meio das disciplinas, estágios, oficinas e conselho de desenvolvimento desta pesquisa. Em especial à professora doutora **Mônica Ximenes**, que além de minha orientadora, contribuiu em meu currículo acadêmico com as disciplinas de Princípios de Marketing e Tópicos Especiais em Sistemas de Informação. Ao professor doutor **Bruno Rodrigues Bessa**, pela disciplina de Estrutura de Dados, e por me presentear os cursos complementares de Java Desktop, com banco de dados PostgreSQL, Java Web e por todos os eventos que participei.

## RESUMO

A visão é o sentido mais utilizado pelo ser humano, pois é responsável pelo reconhecimento do mundo. A ausência da visão acarreta diversas limitações ao ser humano, dentre elas a dificuldade de locomoção, em especial em ambiente externo, que é repleto de anteparos imprevisíveis. Algumas tecnologias voltadas para este público não possuem recursos de detecção e algumas delas possuem preços elevados, dificultando o acesso. Esta pesquisa apresenta uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) sobre Tecnologias Assistivas (TA), voltada para a locomoção de pessoas com deficiência visual, buscando identificar e comparar as tecnologias existentes que facilitam a sua mobilidade no dia a dia. Foram selecionadas tecnologias assistivas que utilizam placas de prototipagem para proporcionar melhorias em questões de mobilidade e adaptabilidade da pessoa com deficiência ao seu ambiente, consistindo na detecção de obstáculos, conforto e independência, além de viabilidade, durabilidade e acessibilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologia Assistiva. Deficiência visual. Locomoção. Arduino.

## **ABSTRACT**

Vision is the meaning most used by humans, as it is responsible for recognizing the world. The absence of vision entails several limitations to the human being, among them the difficulty of locomotion, especially in an external environment, which is full of unpredictable screens. Some technologies aimed at this audience do not have detection capabilities and some of them have high prices, making access difficult. This research presents a Systematic Literature Review (RSL) on Assistive Technologies (AT), aimed at locomotion of visually impaired people, seeking to identify and compare existing technologies that facilitate their mobility in everyday life. Assistive technologies that use prototyping plates to provide improvements in mobility and adaptability issues of the disabled person to their environment were selected, consisting in the detection of obstacles, comfort and independence, as well as viability, durability and accessibility.

**KEYWORDS:** Assistive Technology Visual impairment. Locomotion. Arduino.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Distância semântica entre deficiência, incapacidade e desvantagem .....	21
Quadro 2: Palavras chave e sinônimos .....	29
Quadro 3: Expressão de busca .....	30
Quadro 4: Critério de inclusão .....	31
Quadro 5: Critério de exclusão .....	31
Quadro 6: Expressão de busca em Português .....	32
Quadro 7: Resultado dos trabalhos localizados, analisados e selecionados .....	32
Quadro 8: Trabalhos relacionados para esta pesquisa.....	33
Quadro 9: Tecnologias Assistivas selecionadas .....	38
Quadro 10: Comparativo de vantagens entre os dispositivos .....	39
Quadro 11: Comparativo entre os dispositivos .....	41

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelos de Placas de Arduino .....	24
Figura 2: Raspberry Pi.....	25
Figura 3: Modelo do dispositivo acoplado a um boné .....	34
Figura 4: Protótipo usando sensor ultrasônico.....	35
Figura 5: Protótipo com sensor ultrasônico em uso.....	35
Figura 6: Cinto sensorial .....	36
Figura 7: A bengala eletrônica .....	37
Figura 8: Wearables.....	37

## LISTA DE SIGLAS

TA	Tecnologia Assistiva
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
TI	Tecnologia da Informação

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1. Contextualização.....	14
1.2. Objetivos.....	17
1.2.1. Objetivo Geral.....	17
1.2.2. Objetivos Específicos.....	17
1.3. Motivação.....	17
1.4. Justificativa.....	18
1.5. Estrutura do Trabalho.....	18
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
2.1. Tecnologia assistiva.....	19
2.2. Deficiências.....	20
2.2.1. Deficiência Visual.....	21
2.3. Dispositivos móveis.....	22
2.4. Sistemas embarcados.....	22
2.4.1. Arduino.....	22
2.5. Raspberry.....	24
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>26</b>
3.1. Classificação da Pesquisa.....	26
3.2. Método Utilizado.....	26
3.2.1. Planejamento da RSL.....	26
3.2.2. Execução da Pesquisa.....	26
3.2.3. Relatório da RSL.....	27
<b>4. A REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA (RSL).....</b>	<b>28</b>
4.1. Planejamento da RSL.....	28
4.1.1. Definição do Problema.....	28
4.1.2. Definição dos Objetivos.....	28
4.1.3. Escopo da Pesquisa.....	28
4.1.3.1. Intervalo de Tempo.....	28
4.1.4. Questões de Pesquisa.....	28
4.1.4.1. Questões Primárias.....	28
4.1.4.2. Questões Secundárias.....	29
4.1.5. Palavras-Chave.....	29

4.1.6. Expressões de Buscas.....	29
4.1.7. Processo de seleção de Estudos Primários.....	30
4.1.7.1. Critérios de Inclusão.....	30
4.1.7.2. Critérios de Exclusão.....	31
4.2. Execução da RSL.....	31
4.2.1. Busca e Seleção das Pesquisas.....	32
4.2.2. Expressões de Busca Pesquisadas na Fonte.....	32
4.2.3. Processo de Busca e Seleção.....	32
<b>5. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
5.1. Questões Primárias.....	33
5.1.1. Quais as tecnologias assistivas atuais desenvolvidas para os deficientes visuais?.....	33
5.1.2. Quais as vantagens que essas tecnologias possuem?.....	39
5.1.3. Quais dessas tecnologias podem permitir ao deficiente visual sua independência, seja esta parcial ou total? .....	40
5.2. Questões Secundárias.....	41
5.2.1. Como essas tecnologias melhoram a vida da pessoa com deficiência visual? .....	41
5.2.2. Elas são capazes de substituir as tecnologias já existentes? .....	42
5.2.3. Qual a opinião dos portadores de deficiência visual ao utilizá-las?....	43
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

As tecnologias assistivas (TA), segundo o Comitê de Ajudas Técnicas - CAT<sup>1</sup>, são definidas como a ampla gama de recursos e serviços utilizados para aumentar, promover, manter e melhorar as capacidades funcionais de pessoas com deficiência. Nesta categoria estão incluídos aparelhos, softwares e dispositivos, que são modificados, codificados e personalizados para se adequarem às preferências e necessidades de seus usuários, desempenhando o papel de possível substituto para o membro ou o órgão que determinado indivíduo não possui.

Tecnologia Assistiva é um conceito ainda em pleno processo de desenvolvimento e sistematização. A utilização de recursos de Tecnologia Assistiva, entretanto, remonta aos primórdios da história da humanidade ou até mesmo da pré-história. Qualquer “pedaço de pau” utilizado como uma bengala improvisada, por exemplo, caracteriza o uso de um recurso de Tecnologia Assistiva. Os recursos de tecnologia assistiva às vezes passam despercebidos. Exemplificando, é possível nomear como tecnologia assistiva uma bengala, utilizada por idosos para proporcionar conforto e segurança no momento de locomoção, bem como um dispositivo de amplificação utilizado por uma pessoa com surdez moderada ou mesmo veículo adaptado para uma pessoa com deficiência (MANZINI, 2005, P.82).

A Convenção Sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência no seu artigo 1º define as pessoas deficientes como o grupo que têm impedimentos de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, que se constituem em barreiras que obstruem sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com os demais (BRASIL, 2009).

Um público alvo que necessita demasiadamente de TA são as pessoas com deficiência visual. “A expressão ‘deficiência’ é um termo utilizado para denominar a disfunção ou ausência da capacidade intelectual ou fisiológica do indivíduo” (HOUAISS, 2001). A cegueira provém da falta total de espectro luminoso nos olhos do indivíduo, que por sua vez gera a incapacidade de visualizar quaisquer objetos. Por isso, atividades como subir e descer escadas, fazer compras, caminhar seja em

---

<sup>1</sup> O Comitê de Ajudas Técnicas - CAT, é um comitê constituído por 19 Profissionais sintonizados com a PPD (Pessoas Portadoras de Deficiência), em suas áreas de atuação e, representantes dos Órgãos Públicos Federais, que visa propor providências no sentido de acessibilidade às tecnologias disponíveis no mundo às PPDs, permitindo inclusão plena e abrangente na sociedade.

ambiente externo ou interno, andar de ônibus, se tornam tarefas extremamente complicadas para a pessoa com deficiência visual, apesar de existirem aparelhos que servem para auxílio destes em suas rotinas, alguns não são totalmente aptos para sua adaptação e outros possuem elevados recursos financeiros dificultando o acesso aos mesmos.

Para melhor compreensão deste estudo, cabe ainda descrever, alguns conceitos centrais relacionados à acessibilidade.

De acordo com o artigo 8º do Decreto 5296 de 02 de dezembro de 2004, conhecido com a chamada Lei da Acessibilidade, acessibilidade refere-se à condição para uso, seguro e autônomo, total ou assistido, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida.

O conceito de Acessibilidade é entendido, neste estudo, também no seu sentido mais amplo, como a possibilidade de acesso à escola, ao trabalho e a outras realidades e necessidades sociais. Alcançar condições de acessibilidade significa conseguir a equiparação de oportunidades em todas as esferas da vida. Isso porque essas condições estão relacionadas ao AMBIENTE e não às características da PESSOA (GIL, 2007).

A deficiência visual é um problema que afeta milhares de pessoas pelo mundo. A visão é o sentido mais utilizado pelos seres humanos, que possibilita o conhecimento do mundo ao seu redor. Para uma pessoa que nunca teve problemas visuais é improvável saber como seria se tivesse nascido definitivamente cego, assim como não há como imaginar sua reação se ficasse cego mais tarde e enfrentasse as dificuldades de adaptação (ALVES; NEUMANN; GOUVÊA, 2014, p. 1). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), um indivíduo considerado cego é aquele que apresenta a capacidade mínima de percepção visual de 6 metros de distância a um estímulo que um indivíduo de visão normal enxerga a 60 metros, no melhor olho, após correção máxima. Estima-se que 39 milhões de pessoas no mundo possuem alguma deficiência visual<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Cegueira afeta 39 milhões de pessoas no mundo; conheça suas principais causas. Renata Turbiani. BBC News Brasil. 16 junho 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-48634186>. Acesso em 03/12/2019.

Entende-se por deficiência visual como a falta de percepção visual devido a problemas fisiológicos ou neurológicos que afetam o sentido da visão. Sabe-se que a visão é o sentido mais utilizado pelos seres humanos, que permite identificar objetos, cores, altura, largura e profundidade, possibilitando melhor adaptação ao meio. Existem diversos casos em que um problema afeta a vida das pessoas, como a catarata, glaucoma e até mesmo a cegueira total, por estes últimos não possuírem o sentido da visão, tem diversos problemas para a realização de tarefas rotineiras, como enfrentar obstáculos que são pouco ou quase nenhum incômodo para as pessoas que enxergam, tornado sua condição de vida completamente dificultosa. A cegueira é a condição de falta de percepção visual, devido a fatores fisiológicos e neurológicos. Várias escalas têm sido desenvolvidas para descrever a extensão da perda de visão e definir a cegueira. Cegueira total é a completa falta de percepção visual de forma e luz e é clinicamente registrado como NLP, uma abreviação para "*no light perception*" (sem percepção de luz). A cegueira é frequentemente usada para descrever a deficiência visual grave, com visão residual. Aqueles descritos como tendo apenas percepção de luz têm apenas a capacidade de diferenciar o claro do escuro e a direção de uma fonte de luz (MONTEIRO, SILVA e LOPES, 2014, p. 94).

Infelizmente, vive-se em um mundo adaptado para pessoa que possuem o sentido da visão. Poucos recursos atualmente são desenvolvidos para o auxílio dos deficientes. Existem algumas pequenas ferramentas que os auxiliam em suas tarefas rotineiras, tais como: bengalas, cães guias, entre outras; porém não são muito viáveis em meios externos ou possuem preços elevados que dificultam o acesso por parte das pessoas com deficiência visual.

As ferramentas de Tecnologia da Informação têm servido como um instrumento para proporcionar a equidade social, na medida em que se propõe a reduzir diferenças e a ampliar possibilidades de participação da pessoa com deficiência na sociedade, reduzindo a discriminação e aumentando a autonomia e a autoestima. Nesta vertente, esta pesquisa de revisão sistemática de literatura buscou identificar os recursos computacionais mais atuais voltados para auxiliar a locomoção de pessoas com deficiência visual no ambiente externo.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo identificar e comparar quais as tecnologias assistivas disponíveis que estão direcionadas a pessoas com deficiência visual voltadas a sua locomoção em ambientes externos.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Visando atingir o objetivo principal, alguns objetivos específicos foram requeridos, entre eles:

- Realizar uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) para identificar artigos científicos que mencionam, apresentam ou compararam tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual, especificamente voltadas para a locomoção em ambientes externos.
- Descrever as funcionalidades das tecnologias assistivas selecionadas na RSL.
- Comparar as tecnologias destacando os melhores pontos para a integração e adaptação do portador de deficiência visual.

## **1.3. Motivação**

A locomoção é um direito básico dos seres humanos. Para pessoas com deficiência visual, a necessidade de se locomover em um ambiente externo as obriga a utilizar uma tecnologia assistiva, devido a falta do sentido da visão. Levando em conta que os recursos comumente utilizados para auxiliar na locomoção da pessoa com deficiência visual não cobrem todas as suas vulnerabilidades e os mais precisos possuem custos mais elevados, a principal motivação para a pesquisa foi explorar as invenções mais recentes na área, com vistas a divulgá-las para pessoas que dela necessitam ou para pesquisadores interessados em explorar o tema utilizando recursos tecnológicos mais acessíveis.

#### **1.4. Justificativa**

A importância do mapeamento das tecnologias assistivas para deficientes visuais é necessária, especialmente para identificar os recursos tecnológicos utilizados até então e, assim, poder apontar lacunas e caminhos para sanar os problemas que acarretam a ineficiência dos produtos já existentes. O aprimoramento das técnicas e recursos inteligentes visa melhorar o sensoriamento, a sinalização, o conforto e o custo, de modo a facilitar a movimentação de seus usuários.

#### **1.5 Estrutura do Trabalho**

O restante do trabalho está organizado da seguinte maneira: No segundo capítulo é apresentado o Referencial Teórico desta pesquisa. O terceiro capítulo é descrita a Metodologia utilizada para a realização desta pesquisa que consiste no detalhamento da Revisão Sistemática de Literatura (RSL). O quarto capítulo apresenta os resultados da RSL, com uma comparação entre as tecnologias assistivas, levando em conta os requisitos como: acessibilidade, conforto, mobilidade, tempo de resposta e viabilidade. Por fim, o quinto capítulo contém as considerações finais e os trabalhos futuros.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Tecnologia Assistiva**

As Tecnologias Assistivas (TA) são destinadas a dar suporte (mecânico, elétrico, eletrônico, computadorizado etc.) a pessoas com deficiência física, visual, auditiva, mental ou múltipla. Esses suportes, então, podem ser: uma cadeira de rodas, uma prótese, uma órtese, uma série infindável de adaptações, aparelhos e equipamentos nas mais diversas áreas de necessidade pessoal (comunicação, alimentação, mobilidade, transporte, educação, lazer, esporte, trabalho e outras) (SASSAKI, 1996, p1).

A Tecnologia Assistiva (TA), segundo o Comitê de Ajudas Técnicas – CAT– no Brasil, é definida como uma área do conhecimento de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

As Tecnologias Assistivas, também conhecidas como “Ajudas Técnicas”, “Tecnologia de Apoio”, “Tecnologia Adaptativa” e “Adaptações”, consistem em um arsenal de recursos ou serviços que permitem o portador de deficiência interagir de maneira mais livre com o mundo, utilizando um material como recurso ou um serviço, cujo o objetivo é proporcionar ao portador de deficiência maior liberdade, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado, trabalho e integração com a sociedade (SARTORETTO; BERSCH, 2019).

Os recursos são todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, produto ou sistema fabricado em série ou sob medida utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência. Estes podem variar de uma simples bengala a um complexo sistema computadorizado. Estão incluídos brinquedos e roupas adaptadas, computadores, softwares e hardwares especiais, que contemplam questões de acessibilidade, dispositivos para adequação da postura sentada, recursos para mobilidade manual e elétrica, equipamentos de comunicação alternativa, chaves e acionadores especiais, aparelhos de escuta assistida, auxílios visuais, materiais protéticos e milhares de outros itens confeccionados ou disponíveis comercialmente (SARTORETTO; BERSCH, 2019).

Os serviços são descritos como aqueles que auxiliam diretamente um portador de deficiência a selecionar, comprar ou usar os recursos. São prestados profissionalmente à pessoa com deficiência visando selecionar, obter ou usar uma tecnologia assistiva. Como exemplo, podemos citar avaliações, experimentação e treinamento de novas tecnologias. Os serviços que envolvem Tecnologia Assistiva são normalmente transdisciplinares envolvendo profissionais de diversas áreas, tais como: fisioterapia, terapia ocupacional, fonoaudiologia, educação, psicologia, enfermagem, medicina, engenharia, arquitetura, design, programadores, técnicos de muitas outras especialidades etc (SARTORETTO; BERSCH, 2019).

## **2.2 Deficiências**

Deficiência é definida como perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica, de forma temporária ou permanente. Também caracterizada como a ocorrência de uma anomalia, defeito ou perda de um membro, órgão, tecido ou qualquer outra estrutura do corpo, inclusive das funções mentais. Representa a exteriorização de um estado patológico, refletindo um distúrbio orgânico, uma perturbação no órgão. As deficiências ocasionam a incapacidade e a desvantagem (ICIDH, 1993).

Incapacidade é descrita como a restrição, resultante de uma deficiência, de determinada habilidade para o desempenho de uma atividade considerada normal para o ser humano saudável. Surge como consequência direta ou é resposta do indivíduo a uma deficiência psicológica, física, sensorial ou alguma outra. Representa a objetivação da deficiência e reflete os distúrbios do próprio portador nas atividades e comportamentos essenciais à vida diária. A desvantagem pode ser descrita como o prejuízo para o indivíduo, resultante de uma deficiência ou uma incapacidade, que limita ou impede o desempenho de atividades de acordo com a idade, sexo, fatores sociais e culturais. Caracterizando-se por uma discordância entre a capacidade individual de realização e as expectativas da pessoa ou do seu grupo social. Representa a socialização da deficiência e relaciona-se às dificuldades nas habilidades de sobrevivência (ICIDH, 1993). No quadro 1 é apresentada uma comparação entre os conceitos supracitados.

**Quadro 1: Distinção semântica entre deficiência, incapacidade e desvantagem.**

<b>Deficiência</b>	<b>Incapacidade</b>	<b>Desvantagem</b>
Linguagem Auditiva (sensorial) Visual	Fala Ouvir (Comunicação) Enxergar	Orientação
Músculo-esquelética (Física) Orgânica	Locomoção Assegurar a subsistência Higiênica, autocuidado, alimentar	Independência física Mobilidade Atividades rotineiras
Intelectual (Mental) Psicológica	Aprender Perceber (aptidões particulares) Memorizar Comportamental Consciência	Capacidade ocupacional  Integração social

**Fonte:** Buchalla e Farias (2005).

### **2.2.1 Deficiência visual**

A deficiência visual é a perda ou diminuição grave e irreversível do sentido da visão, que seja incorrigível com lentes ou cirurgia e que interfere com as tarefas do cotidianas (OMS, 2015).

Os graus das deficiências visuais podem ser classificadas em seis de acordo com a acuidade visual (AV) do portador. Quando ocorre a perda de visão parcial denomina-se visão subnormal, que pode ser definida como acuidade visual inferior a 20/60 (6/18), porém igual ou melhor que 20/200 (6/60), ou correspondente a perda do campo visual menor que 20 graus, no olho com a melhor correção possível. Em casos de perda de visão total ou quase total denomina-se cegueira, que por sua vez divide-se em cegueira profunda, quase total e total (OMS, 2015).

A cegueira é definida como acuidade visual inferior a 20/400 (6/120), ou correspondente a perda de campo visual menor que 10 graus, no melhor olho com a melhor correção possível (OMS, 2015). Também é classificada como a condição da falta de percepção visual, devido a fatores fisiológicos ou neurológicos. Existem várias escalas desenvolvidas para descrever a extensão da perda de visão e definir a cegueira. A cegueira total é a completa falta de percepção visual de forma e luz e é clinicamente registrado como "sem percepção de luz" (*no light perception* – NLP). (CIO, 2012). A cegueira é frequentemente utilizada para descrever a deficiência visual de grau elevado, com visão residual. Aqueles descritos como tendo apenas percepção de luz têm apenas a capacidade de diferenciar o claro do escuro e a direção de uma fonte de luz. A maior parte dos cegos possui alguma função visual e

percebe luzes, sombras e movimento. Só uma pequena percentagem é que não possui qualquer sensação visual (CONDE, 2012).

### **2.3 Dispositivo móvel**

Um dispositivo móvel é um aparelho de computação portátil, de tamanho reduzido, geralmente equipado com métodos de entrada e uma tela de exibição que pode ser uma tela sensível ao toque que é um dispositivo de entrada e saída ou um miniteclado como dispositivo de entrada. Muitos computadores portáteis têm sistemas operacionais que podem executar variados aplicativos. Estes permitem que os dispositivos móveis, tais como os celulares sejam usados como dispositivos de edição de texto, jogos, reprodutores de mídia, calculadoras, navegadores, compiladores, entre outros (LOCURATOLO, 2008).

### **2.4 Sistemas Embarcados**

Um sistema embarcado, também conhecido como sistema embutido, é um aparelho em que todos os seus componentes pertencem a uma única placa, desenvolvida com a finalidade de realizar um conjunto de tarefas pré-definidos, que em geral possui requisitos específicos (CUNHA, 2007).

Um sistema embarcado, assim como um computador, possui componentes físicos (hardware) e componentes lógicos (software). Atualmente é muito utilizado para controle de equipamentos devido às suas vantagens, que são: consumo energético baixo, redução em seu tamanho, preços acessíveis, operação precisa, tempo de resposta rápida, operação em tempo real, segurança e confiabilidade e *Firmware* (*Hardware* e *Software* coexistem). Na questão de *hardware*, o sistema embarcado é caracterizado por possuir microcontrolador. Alguns exemplos de hardware considerados sistemas embarcados são: *smartwatches*, *smartglasses*, *smartphones*, *smarttv*, CLPs, entre outros (REIS, 2015).

As placas de Arduino e de Raspberry Pi têm sido bastante utilizadas em projetos de sistemas embarcados. As seções a seguir apresentam algumas considerações sobre as mesmas.

#### **2.4.1 Arduino**

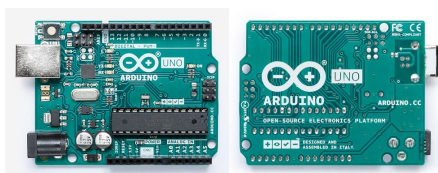
O Arduino é uma plataforma de prototipagem open source, que é utilizado para desenvolver os mais diversos tipos de projetos que podem funcionar usando somente

a placa ou mesmo ligado a outros dispositivos. Sendo programável via entrada USB. É composto de duas partes principais: a placa, que é o hardware onde os programas criados são executados e a IDE onde são criados os sketches (programas criados para o Arduino) e que enviam informações a placa (BANZI, 2011). A plataforma surgiu no *Ivrea Interaction Design Institute* como uma ferramenta para prototipagem rápida e fácil, voltada para estudantes sem formação em eletrônica e programação. Com o passar do tempo o Arduino tem sido utilizado em milhares de projetos e aplicações ao redor do mundo, que vão desde a construção de instrumentos de baixo custo até sistemas robóticos. Existem diversos modelos de plataformas semelhantes ao Arduino, mas este oferece algumas vantagens sobre essas outras opções, como por exemplo (ARDUINO, 2019):

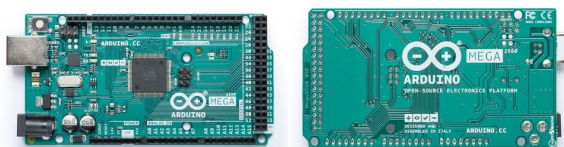
- **Custo:** O Arduino é relativamente mais barato se comparado a outras plataformas de microcontroladores. Podendo ser construído manualmente, pois o projeto é aberto.
- **Cross-plataform:** A IDE do Arduino é multiplataforma, pois funciona em qualquer sistema operacional, tais como sistemas Linux, Windows e Mac OS. A maioria dos sistemas de microcontroladores são limitados ao sistema operacional Windows.
- **Ambiente de programação simples e claro:** A IDE do Arduino é simples e fácil de usar para usuários iniciantes, e ao mesmo tempo é flexível o suficiente para que usuários avançados possam aproveitar os benefícios da plataforma.
- **Software de fonte aberta e extensível:** O software do Arduino é distribuído como ferramentas de código aberto e estão disponíveis para a extensão por programadores. A linguagem pode ser expandida com as bibliotecas C ++ e para quem se interessar, os detalhes técnicos podem acessar diretamente a linguagem de programação AVR-C em que é baseada na mesma. O usuário pode adicionar código AVR-C diretamente em seus programas Arduino.
- **Open source e hardware extensível** - Os planos para as placas Arduino são publicados sob a licença Creative Commons, para que os designers de circuitos possam criar a sua própria versão do módulo, ampliá-la e melhorá-la. Mesmo os inexperientes podem construir sua versão do módulo, a fim de entender como ele funciona e economizar dinheiro (ARDUINO, 2019).

Existem diversos modelos de plataformas do Arduino que atendem aos mais diversos propósitos, tais como: internet das coisas, impressão 3D, vestíveis, de uso geral. O que diferencia a maioria das placas são as especificações tais como: microprocessador, velocidade da CPU, número de entradas digitais e analógicas, quantidade de memória entre outras. (ARDUINO, 2019). A Figuras 1 exibe alguns modelos de placas arduino.

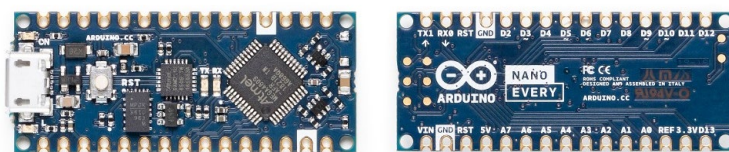
**Figura 1:** Modelos de Placas de Arduino.



(a) Arduino Uno e Arduino Uno Invertido.



(b) Arduino Mega e Arduino Mega Invertido.



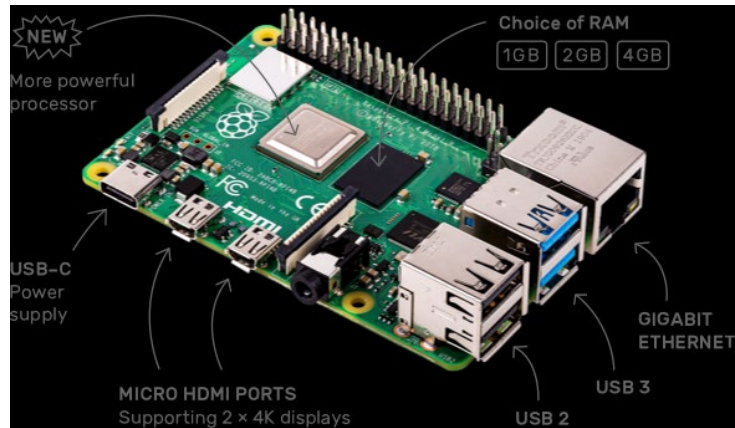
(c) Arduino Nano e Arduino Nano Invertido.

**Fonte:** Arduino (2019)

## 2.5 Raspberry Pi

O Raspberry Pi é um computador de placa única, sendo desenvolvido com a intenção de estimular o estudo da ciência da computação. Todos os componentes da placa foram selecionados de modo a otimizar o custo. Tratando-se de um equipamento bastante simples, porém capaz de realizar várias tarefas específicas (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2012). Como é um computador, torna-se necessária a existência de um sistema operacional, geralmente baseado em Linux, para que possa ter a capacidade de executar tarefas. A figura 2 exibe uma placa de Raspberry Pi.

**Figura 2: Raspberry Pi**



**Fonte: Raspberry Pi (2019).**

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Caracterização da Pesquisa**

Esta é uma pesquisa exploratória, com postura epistemológica positivista, com o objetivo de selecionar tecnologias assistivas disponíveis para auxiliar na locomoção dos deficientes visuais no mercado atual.

#### **3.2. Método Utilizado**

Esta pesquisa é dividida em 3 fases principais: Planejamento, Execução e Relatório, utilizando o método de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) proposto por Kitchenham e Charters (2007).

##### **3.2.1. Planejamento da RSL**

Nesta etapa foi elaborada todo o protocolo da RSL que teve como objetivo guiar este trabalho, suas questões e objetivos, suas palavras chave que permitiram a classificação e análise do material de pesquisa.

O planejamento foi fundamental para a pesquisa, já que guiou todo o trabalho, permitindo uma maior coerência e formalidade, permitindo a busca dos documentos, classificação e análise.

Foram executados os passos do protocolo da RSL, buscando verificar a adequação das Expressões de Busca e dos Processos de Extração e Análise de dados, para expandir as possibilidades de respostas às perguntas do artigo.

##### **3.2.2. Execução da Pesquisa**

Esta etapa consistiu na busca, seleção, classificação e análise dos dados. A busca foi realizada usando sites de pesquisa acadêmica confiáveis e a seleção iniciou-se a partir de critérios de inclusão e exclusão pré-estabelecidos.

Na questão da abordagem de pesquisa, os artigos foram classificados da seguinte maneira (CERVO, BERVIAN e SILVA, 2007):

- **Pesquisas Descritivas**, no contexto deste trabalho consistiu em pesquisas que descrevam características, propriedades e viabilidade das Tecnologias Assistivas.
- **Pesquisas Exploratórias**, para obter informações sobre o tema pesquisado, estabelecer relações com seus componentes e adequar-se ao conteúdo.

- **Pesquisas Empíricas**, foram coletados os relatos das Tecnologias Assistivas, seus resultados após os testes, desempenhos, mostrando a utilidade em sua fase final.

### **3.2.5. Relatório da RSL**

Nesta etapa todos os dados obtidos na pesquisa foram organizados em um único texto, considerando as orientações previstas no protocolo de uma RSL.

No relatório da RSL foi acrescentada, para facilitar o acesso aos artigos, uma lista contendo os identificadores com hiperlinks para acessar os documentos utilizados para responder as questões de pesquisa, garantindo assim a reprodutibilidade da mesma.

## **4. A REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (RSL)**

### **4.1. Planejamento da RSL**

A primeira parte da pesquisa, consistiu em um planejamento detalhado, orientado em cada uma das fases da pesquisa, desde a escolha do tema, seus objetivos, o escopo da pesquisa e a análise de dados, que levou a elaboração do protocolo da pesquisa, mais informações sobre o planejamento da RSL estão detalhadas abaixo.

#### **4.1.1. Definição do Problema**

De acordo com o cenário exibido anteriormente, foi identificado o seguinte problema de pesquisa: quais tecnologias assistivas estão disponíveis para auxiliar o deficiente visual em ambiente externo?

#### **4.1.2. Definição dos Objetivos**

Selecionar e analisar pesquisas, utilizando o método sistemático, a fim de levantar o estado da arte das tecnologias assistivas para deficientes visuais.

#### **4.1.3. Escopo da Pesquisa**

A pesquisa irá se deter sobre o contexto de tecnologias assistivas que foram desenvolvidos para deficientes visuais ou portadoras de cegueira.

##### **4.1.3.1. Intervalo de Tempo**

Serão analisados os trabalhos publicados entre os anos de 2014 a 2019, pelo fato do tema ser relativamente recente.

#### **4.1.4. Questões de Pesquisa**

O estudo tem o objetivo de responder às seguintes questões:

##### **4.1.4.1. Questões Primárias**

1. Quais as tecnologias assistivas atuais desenvolvidas para a locomoção dos deficientes visuais que utilizam placas de prototipagem ou computadores de placa única?
2. Quais as vantagens que essas tecnologias possuem para este público?
3. Quais dessas tecnologias pode permitir ao deficiente visual sua independência seja esta parcial ou total?

#### 4.1.4.2. Questões Secundárias

1. Como essas tecnologias melhoram a vida do portador de deficiência visual?
2. Elas são capazes de substituir as tecnologias já existentes?
3. Qual a opinião dos portadores de deficiência visual ao utilizá-las?

#### 4.1.5. Palavras Chaves

No quadro 2 é exibida a lista das palavras chave utilizadas para montar a expressão de busca. Os sinônimos objetivam tornar a busca mais abrangente.

Quadro 2: Palavras chave sinônimos

Palavra-Chave	Sinônimos
Tecnologias Assistivas	Bengala, Óculos e Cão guia.
Deficiência Visual	Cegueira, Catarata, Miopia e Glaucoma
Sistemas Embarcados	Arduino
Computadores de Bolso	Raspberry Pi

Fonte: Dados da Pesquisa.

#### 4.1.6. Expressões de Busca

A busca foi realizada no repositório de pesquisa acadêmico do Google, pois os demais repositórios de busca não retornaram resultados nas chaves de busca.

A questão de pesquisa foi formulada usando os objetivos a serem investigados, assunto e a área onde o objeto é estudado (População), quais os pontos do objeto será estudado (Intervenção), e quais os melhores para serem utilizados (Resultados).

Para este projeto foram utilizados:

- **População:** Trabalhos relacionados com Tecnologias Assistivas voltadas para a locomoção em ambientes externos dos deficientes visuais.
- **Intervenção:** Tecnologias que auxiliam a locomoção do deficiente visual que utilizam sistemas embarcados, placas arduino, e/ou computadores de bolso Raspberry Pi.
- **Resultados:** Equipamentos desenvolvidos com a finalidade de dar autonomia aos portadores de deficiência visual.

De acordo com a população, intervenção e resultados descritos acima foram geradas expressões de busca exibidas no quadro 3.

**Quadro 3: Expressões de busca.**

<b>População</b>	“Tecnologias assistivas” AND (“deficiência visual” OR cego OR cegueira)
<b>Intervenção</b>	(“ambiente externo” OR “locomoção”)
<b>Resultado</b>	(sistemas embarcados OR arduino OR raspberry)
<b>Estratégia de busca</b>	População AND intervenção AND resultado

Fonte: Dados da Pesquisa.

#### **4.1.7. Processo de Seleção de Estudos Primários**

Conforme a definido no protocolo da RSL, a seleção dos estudos foi realizada seguindo os passos detalhados abaixo:

- 1) Seleção:** Os trabalhos foram selecionados utilizando uma ou duas expressões de busca entre o período de 2014 a 2019;
- 2) Pré-filtro:** Foi feita uma análise dos dados pelos títulos, chaves de busca e sua coerência com o proposto nesta pesquisa.
- 3) 1º Filtro:** Foram analisados os resumos dos estudos para verificar sua coerência com a proposta da pesquisa.
- 4) 2º Filtro:** Após o primeiro filtro, foram lidos todos os trabalhos a fim de utilizar seu conteúdo no desenvolvimento dessa pesquisa, foram selecionados com base nos critérios de inclusão e os não selecionados com base nos critérios de exclusão;
- 5) Classificação:** Os estudos foram selecionados e classificados segundo a relevância para pesquisa. No caso de artigos duplicados foi selecionado o que obteve maior retorno nas buscas.

##### **4.1.7.1. Critérios de Inclusão**

O conjunto de critérios de inclusão especifica as características que devem ser encontradas nos trabalhos que serão selecionados para apoiar o estudo. Porém o atendimento de apenas um ou dois critérios não obriga a seleção do estudo, mas o torna um potencial selecionado (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Os critérios de inclusão dessa pesquisa são apresentados no Quadro 4.

**Quadro 4: Critérios de inclusão.**

<b>CRITÉRIOS DE INCLUSÃO</b>	
CI-01	O trabalho é um artigo científico, TCC, dissertação ou tese.
CI-02	O trabalho é sobre tecnologias assistivas para deficientes visuais.
CI-03	O trabalho propõe que seja uma tecnologia utilizada em ambiente externo.
CI-04	O trabalho propõe que se utiliza uma placa de prototipagem ou um computador placa.
CI-05	O trabalho deve apresentar um protótipo que tenha sido testado com deficientes visuais.

Fonte: Dados da Pesquisa.

#### **4.1.7.2. Critérios de Exclusão**

Os critérios de exclusão especificam características que não se espera encontrar nos trabalhos selecionados para esta pesquisa, mas assim como nos critérios de inclusão o fato de um trabalho apresentar alguma dessas características não o exclui diretamente dos estudos selecionados, contudo contribui fortemente para que ele seja excluído (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Os critérios de inclusão dessa pesquisa são apresentados no quadro 5.

**Quadro 5: Critérios de exclusão.**

<b>CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO</b>	
CE-01	O trabalho não é um artigo científico, TCC, dissertação ou tese.
CE-02	O trabalho não é sobre tecnologias assistivas para deficientes visuais.
CE-03	O trabalho não fala sobre as tecnologias assistivas em ambiente externo.
CE-04	O trabalho não apresenta um protótipo que tenha sido testado com deficientes visuais.
CE-05	O trabalho não utiliza placa de prototipagem ou computador placa.

Fonte: Dados da Pesquisa.

#### **4.2. Execução da RSL**

Esta fase da pesquisa ocorreu após a finalização do Protocolo da Revisão. E foi executada em 06 meses. Nesse período foram realizadas as buscas, seleção, classificação, análise dos trabalhos e, por fim, a escrita dos resultados da pesquisa.

#### 4.2.1. Busca e Seleção das Pesquisas

As buscas foram feitas entre março de 2019 e abril de 2019, em cinco bibliotecas digitais, usando uma expressão de busca em Português, assim como foi descrito no planejamento. O quadro 6 apresenta a expressão de busca exatamente como foi pesquisada na biblioteca digital. As adaptações foram devido a sintaxe dos motores de busca serem diferentes, porém não existem alteração no resultado da pesquisa.

#### 4.2.2. Expressões de Busca Pesquisadas na Fonte

O quadro abaixo apresenta a expressões de busca exatamente como foram submetidas às bibliotecas digitais, porém o Google Acadêmico foi o único que retornou os resultados selecionados para pesquisa.

**Quadro 6: Expressões de busca em português.**

Expressões de busca em português pesquisadas
“Tecnologias assistivas” AND (“deficiência visual” OR cego OR cegueira) AND (“ambiente externo” OR “locomoção”) AND (sistemas embarcados OR arduino OR raspberry)

Fonte: Dados da Pesquisa.

#### 4.2.3. Processo de Busca e Seleção

As pesquisas com a Expressão de Busca inserida no Google Acadêmico retornaram 60 trabalhos, que foram analisados pelo título, resumo e resultados, restando 05 ao final, como apresentado no quadro 7.

**Quadro 7: Resultado dos trabalhos localizados, analisados e selecionados.**

Artigos Retornados	Artigos Selecionados	1º Filtro	2º Filtro
60	55	11	5

Fonte: Dados da Pesquisa.

Após a seleção final, os cinco trabalhos restantes foram lidos e extraídas as respostas às questões que nortearam a RSL.

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este trabalho teve como principal objetivo identificar tecnologias assistivas com foco ao público deficiente visual que utilizam placas de prototipagem ou computadores de placas únicas. O objetivo deste trabalho foi atingido de forma parcial, pois poucos trabalhos retornaram informações conforme proposto nesta pesquisa e infelizmente nenhum retornou com o uso de computadores de placa única, no caso da placa raspberry pi. Porém os resultados obtidos foram interessantes, no âmbito do desenvolvimento de tecnologias que permitem a livre locomoção ao usuário portador de deficiência visual. A seguir, busca-se responder às questões de pesquisa.

### 5.1. Questões Primárias

As questões primárias são as perguntas principais que essa pesquisa responde, que estão diretamente ligadas ao objetivo da RSL. A seguir serão exibidas as questões primárias e seus resultados.

#### 5.1.1. Quais as tecnologias assistivas atuais desenvolvidas para a locomoção dos deficientes visuais que utilizam placas de prototipagem ou computadores de placas únicas?

Esta pesquisa selecionou o total de 5 trabalhos mencionando tecnologias atuais voltadas para o público alvo e que respondem aos critérios de inclusão. Foram encontrados estudos que utilizam as placas de prototipagem, no caso as placas arduino. Existe uma gama de trabalhos desenvolvidos neste sentido, no entanto alguns estão em fase de protótipos e outros não são financeiramente acessíveis. Os trabalhos listados para este documento são apresentados no quadro 8:

**Quadro 8 – Trabalhos relacionados para esta pesquisa.**

Artigo	Link
Dispositivo para auxílio à locomoção de deficientes visuais baseado em transdutores ultrassônicos	<a href="https://www.revistaespacios.com/a16v37n09/16370920.html">https://www.revistaespacios.com/a16v37n09/16370920.html</a>
Desenvolvimento de um protótipo para auxílio no deslocamento de deficientes visuais	<a href="https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/181868">https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/181868</a>
Protótipo de um cinto sensorial para auxiliar na locomoção de deficientes visuais	<a href="http://bd.centro.iff.edu.br/bitstream/123456789/998/1/Monografia_Amanda_Fernanda_VersaoFinal.pdf">http://bd.centro.iff.edu.br/bitstream/123456789/998/1/Monografia_Amanda_Fernanda_VersaoFinal.pdf</a>
Bengala eletrônica para deficientes visuais: contribuição à locomoção em centros urbanos	<a href="https://wp.ufpel.edu.br/labserq/bengala-eletronica-para-deficientes-visuais-contribuicao-a-locomocao-nos-centros-urbanos/">https://wp.ufpel.edu.br/labserq/bengala-eletronica-para-deficientes-visuais-contribuicao-a-locomocao-nos-centros-urbanos/</a>
Wearables para apoiar a representação espacial por indivíduos cegos	<a href="https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&amp;nrSeq=25005@1">https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&amp;nrSeq=25005@1</a>

Fonte: Dados da Pesquisa.

Estes foram considerados dentro dos critérios desta revisão de literatura. A seguir é feita uma breve descrição sobre cada um deles.

O dispositivo para auxílio à locomoção de deficientes visuais baseado em transdutores sônicos elaborado por (SOUZA et al, 2016), é um sistema que utiliza uma placa arduino uno como dispositivo de comando, um sensor de ultrassom hc-sr04 para a detecção dos obstáculos e motor vibrador de celular para alertar o usuário, acoplado ao um boné para maior conforto do usuário, foi construído com o intuito de antecipar a detecção dos obstáculos, expandindo o tempo de reação.

Os testes do protótipo, segundo os seus desenvolvedores, mostraram muita eficiência, pois correspondeu às expectativas dos mesmos, os testes utilizaram portadores de deficiência visual, utilizando uma bengala como complemento, pois o dispositivo não é capaz de detectar obstáculos abaixo da linha da cintura, o que torna a bengala indispensável, os problemas detectados no gadget são: os movimentos da cabeça podem confundir a detecção dos obstáculos e por detectar o maior campo possível, nem sempre os resultados eram confiáveis. Na figura 3 está o modelo do dispositivo.

**Figura 3:** Modelo do dispositivo acoplado a um boné.



Fonte: SOUZA et al (2016).

O desenvolvimento de um protótipo para auxílio no deslocamento de deficientes visuais, teve por intuito sinalizar ao deficiente visual os pontos que não são possíveis de serem detectados com uma bengala. O sistema utiliza a placa arduino nano, o sensor ultrassônico hc-sr04, que pode ser visualizado na figura 4, para detecção dos obstáculos, uma placa soldada para transmissão da informação do arduino para o sensor ultrassônico e um vibrador de celular que serve como alerta (RAHIM, 2017).

**Figura 4:** Protótipo usando sensor ultrasônico.



Fonte: Rahim (2017).

Este dispositivo fica acoplado na região do braço, conforme apresentado na figura 5, para ser usado em conjunto com uma bengala para que o usuário tenha uma navegação segura durante seu trajeto. Os testes exibiram alto grau de satisfação do usuário. Nos quesitos de conforto e peso, o grau de satisfação foi de 100%; a tolerância a falhas teve uma satisfação de 93%; já nas questões de amplitude e tempo de resposta, a satisfação ficou em 86%, e em relação a intensidade vibratória e segurança, teve 80% de satisfação. Tudo isso indica um excelente resultado de satisfação para o público alvo destinado e seu preço ao usuário final chega a ser acessível, custando R\$: 100,00.

**Figura 5:** Protótipo com sensor ultrasônico em uso.



Fonte: RAHIM, (2017).

O trabalho de Moura e Rocha (2014) desenvolveu o protótipo de um cinto sensorial para auxiliar na locomoção de deficientes visuais exibido na figura 6. Trata-se de uma tecnologia assistiva desenvolvida com o intuito de possibilitar a liberdade do indivíduo portador de deficiência visual de se locomover sem o auxílio de uma

bengala, tornado-a sua única fonte de sensoriamento, pois pretende monitorar todas a região frontal do usuário em seu trajeto (MOURA; ROCHA, 2014).

O projeto consiste em utilizar uma placa arduino uno, interligada a 3 sensores hc-sr04 posicionados em uma angulação de 45°, 3 motores de vibração para alertar o usuário dos perigos durante o trajeto, um circuito de potência para impedir que alguma peça seja danificada pela corrente elétrica e para a fonte de alimentação uma bateria de 9v. O protótipo foi programado para detectar objetos em distâncias a partir de 30 cm até 1 m. Os teste mostraram que o protótipo funcionou como esperado, tendo falhas os problemas de regulagem no cinto e um mal funcionamento do motor, mas após as correções o protótipo funcionou como esperado.

**Figura 6:** Cinto Sensorial.



Fonte: MOURA; ROCHA, (2014).

Outra tecnologia selecionada foi a bengala eletrônica para deficientes visuais, desenvolvida por Dummer (2018), cuja imagem está exibida na figura 7. Trata-se de uma tecnologia assistiva que utiliza uma bengala longa projetada para detectar os obstáculos nas regiões que as bengalas convencionais não são capazes de detectar. O projeto utiliza uma placa arduino mega, como detector de ultrassom o sensor hc-sr04. O dispositivo também utiliza um motor de vibração junto com um buzzer, para alertar seu usuário dos perigos nas regiões que a bengala não é capaz de detectar. Utiliza uma bateria de 9v para alimentação elétrica e 3 chaves liga/desliga, uma para que não seja gasta a bateria do dispositivo sem necessidades, outra para o buzzer e outra para alterar as distâncias, pois o projeto pensou no ritmo de caminhada do usuário (DUMMER, 2018).

Os testes com o dispositivo foram em ambientes abertos tendo portadores de deficiência visual como usuários. E mostraram que a bengala funcionou de acordo com o esperado e que foi detectado as distâncias estabelecidas que são entre 0,70m até 1,80m. O preço da bengala é considerado acessível, pois foi feita com materiais de baixo custo, ficando em torno de R\$ 210,00.

**Figura 7: A bengala eletrônica.**



Fonte: DUMMER, (2018).

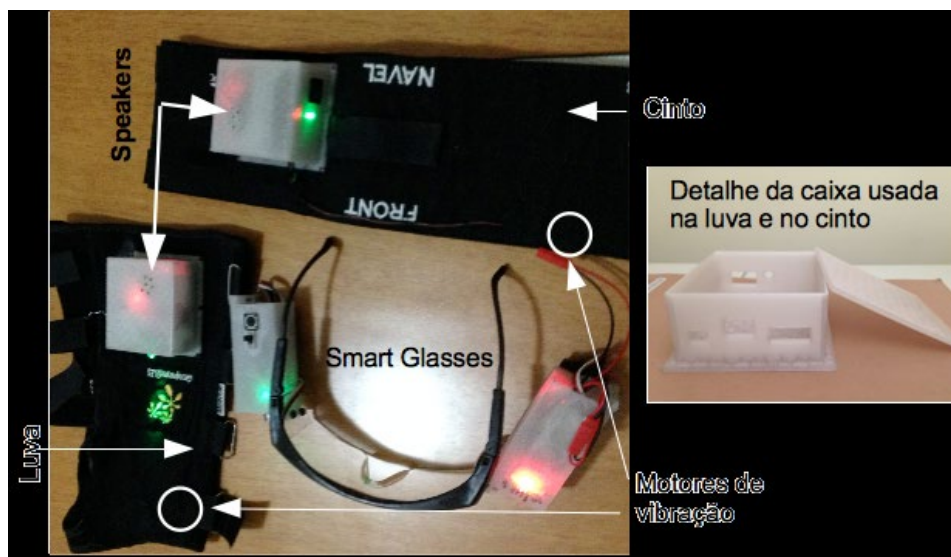
Por fim, o quinto trabalho selecionado trata dos *wearables* para apoiar a representação espacial por indivíduos cegos, desenvolvido por Ugulino (2014), com o intuito de dar mais liberdade ao deficiente visual, porém este precisa de outro objeto fora o dispositivo corpóreo para se movimentar tal como uma bengala. O dispositivo é composto de um kit com diversos aparelhos: cinto, beep, luva, óculos e vibração, conforme apresentado na figura 8. O usuário tem a liberdade de escolher qual a melhor combinação para seu uso, o kit é composto de uma placa arduino mini, um transmissor de ondas de rádio RF433 Mhz, um módulo .mp3 WTV020-SD para alerta sonoro (óculos), um módulo bluetooth, módulo usb para carregar as baterias Li-Po 3.7 Volts usadas para alimentação, módulo bluetooth JY-MCU (luvas e cinto), speakers (luvas e cinto), e motores de vibração (luvas e cinto) (UGULINO, 2014).

A primeira dificuldade encontrada pela equipe foi o *masking*, que é um problema causado pela tecnologia que consiste numa sobrecarga cognitiva e no

prejuízo temporário da capacidade do indivíduo de sensoriar o ambiente com seus sentidos. Os testes foram feitos usando um total de cinco combinações: a primeira utilizou o cinto, o *beep* e os óculos (*smart glasses*), a segunda utilizou cinto vibração e óculos, a terceira utilizou luva, beep e óculos, a quarta utilizou luva vibração e óculos e a quinta utilizou apenas os óculos.

Os *wearables* não prejudicaram o índice de caminhada dos usuários nem a percepção sensorial do ambiente. Os usuários afirmaram que o pior dos wearables foi o cinto, tendo um índice de rejeição de 9/10 usuários, a luva foi um ótimo wearable, porém se utilizada na mesma mão que a bengala, dificulta a orientação do usuário.

**Figura 8: Wearables**



Fonte: UGULINO (2014).

Todas as tecnologias assistivas que foram selecionadas para esta RSL, foram devidamente testadas e estão em estágios de protótipos. No quadro 9 é exibido um resumo com as cinco tecnologias assistivas selecionadas.

**Quadro 9: Tecnologias Assistivas Selecionadas.**

Título do Artigo	Tipo de Tecnologia Assistiva	Descrição
Dispositivo para auxílio à locomoção de deficientes visuais baseado em transdutores ultrassônicos.	Boné equipado com sensor ultrassônico.	Utiliza o sensor hc-sr04 conectado a uma placa arduino uno e um motor vibrador.
Desenvolvimento de um protótipo para auxílio no deslocamento de deficientes visuais.	Bracelete equipado com sensor ultrassônico	Utiliza uma placa arduino nano, conectada a uma placa soldada, que faz as ligações entre o arduino, o sensor de ultrasom hc-sr04 e ao motor vibrador.

Protótipo de um cinto sensorial para auxiliar na locomoção de deficientes visuais.	Cinto com sensores de ultrassom.	Utiliza 3 sensores ultrassônicos hc-sr04, conectados a uma placa arduino uno e um motor de vibração.
Bengala eletrônica para deficientes visuais: contribuição à locomoção em centros urbanos.	Bengala com sensor de ultrassom, buzzer e vibrador.	Utiliza arduino mega, sensor ultrassônico hc-sr04, chaves para alternar o buzzer e para ligar ou desligar o aparelho.
Wearables para apoiar a representação espacial por indivíduos cegos.	Kit composto com diversos aparelhos para os deficientes visuais.	Utiliza arduino mini, smart glasses, luva, cinto, placa de rádio RF433 Mhz, módulo bluetooth e 4 pilhas AA para alimentação.

Fonte: Dados da Pesquisa.

### 5.1.2. Quais as vantagens que essas tecnologias possuem?

As tecnologias assistivas selecionadas para esta pesquisa, são vantajosas no sentido de autonomia, acessibilidade conforto, economia e praticidade. Os equipamentos se mostraram bastante eficientes em suas fases de testes tiveram altos índices de satisfação para os portadores de deficiência visual. Eles permitem um nível de detecção que as tecnologias assistivas convencionais não são capazes de alcançar, como por exemplo os obstáculos que ficam acima da cintura, que são uma das principais causas de acidentes de trajeto para os deficientes visuais.

Outros quesitos são os preços acessíveis, pois grande parte das tecnologias disponíveis para os deficientes visuais possuem preços elevados, o que foi um bom marco para melhor inclusão social do público alvo. No quadro 10 estão listadas as tecnologias, suas vantagens e desvantagens.

**Quadro 10: Comparativo de Vantagens entre os dispositivos.**

Tipo de dispositivo	Vantagens	Desvantagens
Boné	Independência de movimentação. Excelente taxa de detecção obstáculos. Custo acessível.	Sensores não respondem em tempo real. Necessita de outro acessório (Bengala). Movimento da cabeça atrapalha a detecção. Incapacidade de detectar obstáculos abaixo da cintura.
Bracelete	Independência de movimentação. Excelente taxa de detecção. Confortável. Funcionou como esperado. Custo acessível.	Pequeno atraso em mudanças bruscas. Necessita de outro acessório (Bengala). Incapacidade de detectar obstáculos abaixo da cintura.

Cinto	Excelente taxa de detecção. Detecta obstáculos a partir da linha da cintura. Funcionou como esperado. Custo acessível.	Incapacidade de detectar obstáculos acima da cintura. Necessita de outro acessório (Bengala).
Bengala	Excelente taxa de detecção. Funcionou como esperado. Aviso prévio. Custo acessível.	Sensores não ficam sempre posicionados corretamente.
Wearables	O kit pode ser personalizado. Aviso de forma personalizada, o usuário pode optar, por beep ou vibração. Aviso por voz (óculos).	Dificuldade de sentir a vibração (cinto). Dificuldade de sentir a vibração se estiver segurando um objeto (luva). Preço elevado (óculos). Incapacidade de detectar a área abaixo da cintura.

Fonte: Dados da Pesquisa.

### 5.1.3. Quais dessas tecnologias podem permitir ao deficiente visual sua independência, seja esta parcial ou total?

Até o momento poucas tecnologias permitem a total independência do usuário, porém estas tecnologias proporcionam um grau de liberdade maior em relação aos equipamentos antigos utilizado por deficientes visuais. Algumas dessas tecnologias assistivas se mostraram muito eficientes em relação a detecção de obstáculos em áreas que as tecnologias convencionais não são capazes de detectar, o que facilita muito a autonomia do usuário.

A bengala eletrônica, por ser uma tecnologia que reaproveita a bengala tradicional, pode ser considerada uma tecnologia que garante independência, pois consegue detectar todos os obstáculos frontais, tanto na região inferior, usando a bengala, como na região superior, com os sensores, o que permite que um usuário possa andar livremente apenas tendo ela como tecnologia. As demais infelizmente não são capazes de detectar obstáculos abaixo da linha da cintura, o que as torna dependente de uma bengala para a movimentação, apesar disto as demais tiveram um bom alcance na taxa de detecção.

A maioria das tecnologias assistivas utilizou um sensor de ultrassom hc-sr04, para detectar os obstáculos. Os wearables foram os únicos que utilizaram sensores de rádio RF433 Mhz, para detectar obstáculos além de utilizar um sistema de buzzer para alerta sonoro (óculos), o que diferencia muito dos demais. No quadro 10 é apresentada uma descrição comparativa entre os dispositivos.

**Quadro 11: Comparativo entre os dispositivos.**

<b>Tecnologia Assistiva</b>	<b>Alcance Mínimo Para Detecção (Metros)</b>	<b>Alcance Máximo para Detecção (Metros)</b>	<b>Alimentação Energética (Volts)</b>	<b>Tempo de Utilização (horas)</b>	<b>Preço (Reais)</b>
Boné	0,02	4	9	3	100
Bengala	0,02	4	9	3	210
Wearables	2	200	3.7	5	50,12
Cinto	0,02	4	9	2	39,89
Bracelete	0,02	4	12	3	43,50

Fonte: Autor.

## **5.2. Questões Secundárias**

Estas perguntas estão relacionadas às questões primárias. Dessa maneira acredita-se que com os resultados obtidos, também sejam respondidos esses questionamentos que se relacionam indiretamente com o objetivo principal da pesquisa. A seguir, são apresentadas as questões secundárias e as suas respectivas respostas de acordo com os trabalhos selecionados.

### **5.2.1. Como essas tecnologias melhoram a vida da pessoa com deficiência visual?**

As tecnologias assistivas pesquisadas melhoram a vida dos portadores de deficiência visual no sentido da sua autonomia, pois no caso de um deficiente visual tarefas como andar livremente pode ser considerada muito difícil, pois infelizmente nem todos os locais são adequados para este público alvo.

Assim, possibilitam a detecção de obstáculos, que podem complicar muito a vida de uma pessoa cega, podendo lhe causar acidentes que, em certos casos podem gerar fraturas graves e até danos permanentes. Um dispositivo capaz de detectar obstáculos perigosos proporciona aos deficientes visuais mais tranquilidade em suas trajetórias.

Também facilitam a navegação, alertando sobre os perigos iminentes, facilitando o trajeto do deficiente visual, dando-lhe mais segurança e confiança ao se locomover, melhorando sua qualidade de vida.

Proporcionam economia, visando a acessibilidade geral do público alvo, uma vez que as tecnologias são produzidas com materiais de baixo custo, o que as torna

disponíveis para o público alvo. Assim, poderão usufruir de todos os benefícios citados, já que se utiliza de placas arduíno que são open-hardware.

Estes aparelhos visam a liberdade de caminhada do portador de deficiência, além de procurar ter uma acessibilidade de baixo custo. A vida de um deficiente visual é mais complicada, pois qualquer objeto do cotidiano pode ser um obstáculo para os mesmos em seus trajetos, sejam eles rotineiros ou desconhecidos e infelizmente nem todos os locais são adequados para este público. Uma vez que as TAs estão, cada vez mais, conseguindo resolver os problemas de detecção dos obstáculos frontais, como também dos obstáculos aéreos, que se encontram acima da linha da cintura, que não são detectados utilizando uma tecnologia convencional. Permitindo assim o usuário se locomover tranquilamente e sem desconfortos.

A acessibilidade ao público alvo foi uma questão importante a ser considerada, devido aos equipamentos mais avançados serem de preço elevados. As tecnologias assistivas selecionadas utilizam materiais com preços acessíveis, sendo assim possível de ser adquirida por qualquer pessoa que necessite, tornando-as viáveis.

### **5.2.2. Elas são capazes de substituir as tecnologias já existentes?**

As tecnologias selecionadas são capazes de substituir tecnologias existentes, porém não completamente, pois nem todas conseguem detectar toda a área frontal do usuário. O cinto sensorial, permite que o indivíduo não precise de uma bengala para a sua locomoção, porém não consegue detectar obstáculos na área acima da linha da cintura, sendo necessário um equipamento extra para eliminar definitivamente este problema.

A bengala eletrônica foi praticamente a transformação de uma tecnologia antiga para identificar novos obstáculos e resolveu o problema do ponto cego da bengala. Com ela a pessoa com deficiência visual é capaz de detectar os obstáculos acima da linha da cintura, permitindo caminhar livremente em área externa.

As demais tecnologias infelizmente não podem ser usadas sem o auxílio de uma bengala ou de algum outro equipamento, pois não têm a funcionalidade da detecção da área abaixo da linha da cintura, como no caso do bracelete, dos *wearables* (óculos e cinto) e o boné. Porém, se combinadas, algumas dessas tecnologias podem dar a liberdade desejada ao deficiente visual. O boné, combinado com o cinto, pode detectar os obstáculos frontais, alertando tanto a parte superior do corpo (boné), como a parte da cintura (cinto), dando ao deficiente visual a liberdade

da bengala, já os wearbles, se forem usados juntos (óculos e cinto), também podem ter o mesmo efeito que os anteriores.

### **5.2.3. Qual a opinião dos portadores de deficiência visual ao utilizá-las?**

Os deficientes visuais chegaram a ter bons índices de satisfação com as tecnologias exibidas, pois elas permitem mais liberdade ao caminhar. Há relatos de que as tecnologias se mostraram fáceis para usar, confortáveis e de experiência agradável. Os deficientes visuais assim como as demais pessoas gostaram de experimentar as tecnologias assistivas, porém houveram pontos negativos em relação a falta de detecção de alguns sensores, pois alguns não detectaram obstáculos dinâmicos, além de problemas com o alerta, que em alguns casos se tornou elevado para obstáculos em uma distância maior.

Certos fatores podem ser melhorados em algumas das tecnologias, como no caso do boné, que foi classificado como bom, porém os usuários demonstraram a preocupação com o fato de que os movimentos da cabeça podem confundir, pois a vibração deixa de acontecer repentinamente.

Os wearbles, foram bem avaliados, segundo os usuários, já que estes possuem a vantagem de personalização de acordo com as necessidades e desejos de cada um de seus usuários. Alguns sinalizaram que prefeririam usar os itens em separado, como os óculos ou a luva, por exemplo.

Sobre o cinto sensorial, os usuários ressaltaram a funcionalidade do aumento da vibração quando chega perto de um obstáculo como uma parede, por exemplo, e que o ruído do motor também ajuda no alerta. No entanto ressaltaram a limitação no que se refere a detecção de objetos que se movem.

A bengala eletrônica foi a única que não houve uma entrevista para nível de satisfação do usuário, porém ela foi considerada excelente, sendo também vista como uma tecnologia acessível devido ao seu baixo custo.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante das dificuldades encontradas pelo público que possui deficiência visual, espera-se que as tecnologias assistivas venham promover a maior inclusão destes no mundo contemporâneo. Através desta pesquisa buscou-se identificar as principais tecnologias assistivas de baixo custo, que proporcionam um grau maior de liberdade em seus problemas rotineiros.

Porém ainda é necessário percorrer um longo caminho até que se chegue a uma tecnologia que consiga eliminar totalmente todos os problemas de locomoção enfrentados pelos deficientes visuais, que pode ser esperado em trabalhos futuros.

Os estudos selecionados mostraram um crescimento na pesquisa com as tecnologias acessíveis que utilizam as placas de prototipagem, sendo assim um excelente início ao desenvolvimento de novos trabalhos relacionados. De fato, há um crescimento em termos de desenvolvimentos de tecnologias, porém nem todos os que necessitam têm a acesso às mesmas. Por isso, um dos objetivos desta pesquisa foi encontrar tecnologias que utilizam o open hardware, que permitiu que os custos destas fossem reduzidos, mesmo assim ainda há um longo caminho até que sejam desenvolvidas tecnologias assistivas que atendam a todas as necessidades do público alvo.

## REFERÊNCIAS

1. ALVES, F. A.S., NEUMANN, A. M.M., GOUVÊA JR, M. M. **Bengala Inteligente Neural Baseada em Aprendizagem por Reforço para Deficientes Visuais**, 2014. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/eniac/2014/0071.pdf>>. Acesso em 2019.
2. ARDUINO, **Arduino**. 2017. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em 2019.
3. ARDUINO, **Store Arduino**. 2018. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/>> Acesso em 2019.
4. BANZI; Massimo. **Arduino and Android, Infinite Possibilities**, 2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=b9Hzs2EKG7q>> Acesso em 2019.
5. BERSCH; Rita, SARTORETTO; Maria Lúcia. **Assistiva Tecnologia e Educação**, 2019. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>> Acesso em 2019.
6. BRASIL. Decreto nº 6.949 de 25 de Agosto de 2009. **Presidência da República**. Casa Civil. Subchefia Para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm)> Acesso em 2019.
7. BUCHALLA; Cassia Maira, FARIAS; Norma. **A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde da Organização Mundial da Saúde: Conceitos, Usos e Perspectivas**, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbepid/v8n2/11.pdf>> Acesso em 2019.
8. CERVO , A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA,. **Metodologia Científica**. 6a. ed. São Paulo -SP: Pearson, v. I, 2007.
9. CONDE; Antonio João Menescal. **Deficiência, Cegueira e a Baixa visão**, 2012. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/cegueira-e-baixa-visao>> Acesso em 2019.
10. CUNHA; Alessandro Ferreira da. **O que são sistemas embarcados**, 2007. Disponível em: <[https://files.comunidades.net/mutcom/ARTIGO\\_SIST\\_EMB.pdf](https://files.comunidades.net/mutcom/ARTIGO_SIST_EMB.pdf)> Acesso em 2019.

11. DUMMER; Karine da Silva. **Bengala Eletrônica para Deficientes Visuais: contribuição à locomoção nos centros urbanos**, 2018. Disponível em: <[https://wp.ufpel.edu.br/labserg/files/2018/03/o\\_tcc\\_dummer\\_2018.pdf](https://wp.ufpel.edu.br/labserg/files/2018/03/o_tcc_dummer_2018.pdf)> Acesso em 2019.
12. GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
13. HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro Salles. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
14. ITS - INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Caderno tecnologia social: conhecimento e cidadania**. ITS, fev. 2007.
15. KITCHENHAM, B.; CHARTERS,. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. 2007.
16. LOCURATOLO; Michele. **Introduzione allo sviluppo per dispositivi mobili**, 2008. Disponível em: <[https://docs.microsoft.com/it-it/previous-versions/cc185074\(v=msdn.10\)](https://docs.microsoft.com/it-it/previous-versions/cc185074(v=msdn.10))> Acesso em 2019.
17. MANZINI, E. J. **Tecnologia assistiva para educação**: recursos pedagógicos adaptados. In: *Ensaio pedagógicos: construindo escolas inclusivas*. Brasília: SEESP/MEC, p. 82-86, 2005.
18. MOURA; Amanda Gomes de, ROCHA; Fernanda Barreto da. **Protótipo de um cinto sensorial para auxiliar na locomoção de deficientes visuais**, 2014. Disponível em: <[bd.centro.iff.edu.br/bitstream/123456789/998/1/Monografia\\_Amanda\\_Fernanda\\_VersaoFinal.pdf](http://bd.centro.iff.edu.br/bitstream/123456789/998/1/Monografia_Amanda_Fernanda_VersaoFinal.pdf)> Acesso em 2019.
19. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **OMS afirma que existem 39 milhões de cegos no mundo**, 2013. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/oms-afirma-que-existem-39-milhoes-de-cegos-no-mundo/>> Acesso em 2019.
20. RAHIM; Taliha Hoffmann. **Desenvolvimento de um protótipo para auxílio no deslocamento de deficientes visuais**, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/181868/TCC%20Taliha%20Rahim.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 2019.
21. RASPBERRY PI FOUNDATION. **Raspberry Pi**, 2012. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/about/>> Acesso em 2019.
22. REIS; Fabio dos. **Introdução aos Sistemas Embarcados**, 2015. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/eletronica-geral/introducao-aos-sistemas-embarcados/>> Acesso em 2019.

23. SOUZA; Cassius Sanches Gachido de, SALA; Jonas, TOGNI; Alan Rodrigo, KAWAMOTO; Waltraudi Orchulhak, ARIAS; Cecília Sosa Peixoto, KAWAMOTO JÚNIOR; Luiz Teruo. **Dispositivo para auxílio à locomoção de deficientes visuais baseado em transdutores ultrassônicos**, 2016. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a16v37n09/16370920.html>> Acesso em 2019.
24. UGULINO; Wallace Corbo. **Wearables para Apoiar a Representação Espacial por Indivíduos Cegos**, 2014. Disponível em: <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/25005/25005.PDF>> Acesso em 2019.