



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

DARCIO SAMPAIO DA SILVA

RADALE: tecnologia assistiva para o auxílio de deficientes visuais

**ARAGUATINS
2018**

DARCIO SAMPAIO DA SILVA

RADALE: tecnologia assistiva para o auxílio de deficientes visuais

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus Araguatins*, como exigência à obtenção do grau de Licenciado em Computação.

Orientador: Prof. Me. Ramásio Ferreira de Melo

ARAGUATINS

2018

Silva, Darcio Sampaio da

Radale: tecnologia assistiva para o auxílio de deficientes visuais /
Darcio Sampaio da Silva. – Araguatins, 2018.
37 f.

Monografia (Graduação em Licenciatura em Computação) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins – *Campus Araguatins*, 2018.

Orientador: Prof. Me. Ramásio Ferreira de Melo

1. Tecnologia Assistiva. 2. Deficiente visual. 3. Arduino. I. Título

DARCIO SAMPAIO DA SILVA

RADALE: tecnologia assistiva para o auxílio de deficientes visuais

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Araguatins, como exigência à obtenção do grau de Licenciado em Computação.

Aprovado em 05/09/2018

BANCA AVALIADORA

Prof. Me. Ramásio Ferreira de Melo (Orientador)
IFTO – Campus Araguatins

Prof. Me. Rogério Pereira de Sousa
IFTO – Campus Araguatins

Prof. Me. Ancelmo Frank Coelho Castro
IFTO – Campus Araguatins

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e força que ele tem me proporcionado para prosseguir nesta grande jornada.

Aos meus familiares e amigos pelo apoio e incentivo. A todos que, de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui.

A minha noiva Leticia Pereira Andrade pela convivência tanto em sala de aula como na vida pessoal.

A todos os professores que participaram da minha formação, principalmente meu Orientador Professor Mestre Ramásio Ferreira de Melo, por ter contribuído para o meu desenvolvimento acadêmico no IFTO campus Araguatins e ao programa PIBID.

RESUMO

No Brasil existem 506 mil pessoas cegas e seis milhões de pessoas possuem baixa visão, mesmo usando óculos ou lentes de contato. Os deficientes visuais, em sua maioria, não têm acesso a tecnologia assistiva de baixo custo que minimizem as suas dificuldades em realizar tarefas diárias ou para viver com mais autonomia. Deste modo, o trabalho proposto apresenta o desenvolvimento de um tecnologia assistiva com uso de um microcontrolador Arduino. E tem como objetivo analisar o Radale para auxiliar pessoas com deficiência visual em sua locomoção. O trabalho proposto possui teor experimental e tecnológico, pois aborda o desenvolvimento de um protótipo de sensoramento Arduino para o auxílio de pessoas com deficiências visuais. Os testes foram realizados em um ambiente controlado (sala) no IFTO Campus Araguatins, onde pessoas vendadas tentam se locomover utilizando o protótipo com e sem o auxílio de uma bengala e também na residência do próprio deficiente visual com o intuito de verificar se o módulo contribui para a acessibilidade.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva, Deficiente visual, Arduino.

ABSTRACT

In Brazil there are 506 thousand people and six million people with low vision, even wearing glasses or contact lenses. The visually impaired, for the most part, do not have access to low-cost assistive technology; they limit themselves as their difficulties in carrying out daily tasks or to live with more autonomy. In this way, the proposed work presents the development of an assistive technology using an Arduino microcontroller. And it aims to analyze the Radale to assist people with visual impairment in their locomotion. The proposed work has experimental and technological content, as it deals with the development of an Arduino sensing prototype for the benefit of people with visual impairments. The tests were performed in a controlled environment (room) at the IFTO Campus Araguatins, where blindfolders try to move using the prototype with and without the aid of a walking stick and also in the residence of the visually impaired person in order to verify if the module contributes to the accessibility.

Keywords: Assistive Technology, Visual Impairment, Arduino.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Trabalhos relacionados.	16
Figura 2 – Modelo proposto.	19
Figura 3 - Arduino Nano v3.0.	20
Figura 4 - Sensor ultrassônico.	20
Figura 5 - Motor de vibração, Vibracall.	21
Figura 6 - Arduino Nano com o sensor ultrassônico e motor vibracall.	21
Figura 7 - Lógica do funcionamento do protótipo, Diagrama de Atividade.....	23
Figura 8 - Código.	24
Figura 9 - Radale finalizado.	25
Gráfico 1 - Grau de satisfação das pessoas vendadas em relação aos recursos do Radale.....	26
Gráfico 2 - Grau de satisfação dos deficientes visuais aos recursos do Radale.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de componentes.....	18
Tabela 2 – Média de cada um dos 8 recursos do Radale em relação aos 11 participantes. B-QUEST 2.0.....	27

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	PROBLEMA DE PESQUISA	11
3.	JUSTIFICATIVA	12
4.	OBJETIVOS.....	14
4.1	Objetivo Geral.....	14
4.2	Objetivos Específicos	14
5.	REVISÃO DE LITERATURA	15
6.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	17
6.1	Materiais e Métodos.....	18
7.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
7.1	Levantamento de Requisitos	22
7.2	Lógica de funcionamento do protótipo.....	22
7.3	Código.....	23
7.4	Radale	25
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
	REFERÊNCIAS	31
	ANEXO A – Questionário. Avaliação da Satisfação do Usuário com a Tecnologia Assistiva de Quebec B-Quest (2.0) idioma Português do Brasil	34
	APÊNDICE A – Respostas dos participantes sobre os 8 recursos do Radale. B-QUEST 2.0.....	36
	APÊNDICE B - Dados utilizados no cálculo do coeficiente de correlação de Pearson.	37

1. INTRODUÇÃO

Os olhos são os órgãos responsáveis pelo principal sentido para a percepção do mundo. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017), cerca de 253 milhões de pessoas possuem deficiência visual. Destas, 36 milhões são consideradas cegas e 217 milhões tem deficiência de visão moderada combinada com deficiência de visão severa, caracterizados como baixa visão.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde 2013 do IBGE, são considerados deficiência visual “os casos de cegueira de ambos os olhos, cegueira de um olho e visão reduzida do outro, cegueira de um olho e visão normal do outro e baixa visão de ambos os olhos” (IBGE, 2015, p. 28).

No Brasil existem 506 mil pessoas cegas e seis milhões de pessoas possuem baixa visão, isto é, pessoas com uma grande dificuldade de enxergar permanente, mesmo usando óculos ou lentes de contato (IBGE, 2012).

As leis do país estabelecem normas e critérios básicos para a promoção da acessibilidade de pessoas deficientes. A lei federal nº 10.098 dar direito a acessibilidade e contribui para que os deficientes adquiram mais autonomia e possam conduzir sua própria vida (BRASIL, 2000).

Os deficientes visuais, em sua maioria, não têm acesso a tecnologia assistiva que minimizem as suas dificuldades em realizar tarefas diárias ou para viver com mais autonomia.

Um dos fatores que dificultam a utilização desses equipamentos são os preços elevados e a dificuldade de encontra-las no mercado, principalmente para as classes mais baixas (NUNES; DANDOLINI; DE SOUZA, 2014).

A Tecnologia Assistiva (TA) traz acesso a participação igualitária de todos na sociedade, ocasionando autonomia e desenvolvimento das pessoas com deficiências visuais, proporcionando maior independência como: ir à igreja, a escola, a praça, ao supermercado ou ler um livro em braile. São exemplos de TA, os computadores, celulares, impressoras, ampliadores de tamanho, e sintetizadores de voz que facilitam a vida dessas pessoas (CARVALHO et al., 2016.).

A placa eletrônica de automação robótica Arduino em conjunto com outros sensores são muito utilizados para criar adaptações de baixo custo que podem ser utilizados por deficientes visuais.

O trabalho proposto traz um protótipo portátil, recarregável, com bom custo-benefício criado na plataforma Arduino em conjunto com um sensor Ultrassônico, um motor de vibração e baterias. Os equipamentos por sua vez formam um módulo adaptável que é testado também na bengala para auxiliar as pessoas com deficiência visual de forma que elas se sintam mais segura e independentes.

Os testes foram realizados com deficientes visuais e com pessoas vendadas que tentavam se locomover e desviar de objetos colocados no ambiente. Portanto, ao indivíduo transitar com o protótipo, ele será advertido por meio de vibrações, em níveis de alerta diferentes caso algum obstáculo seja detectado a sua frente, auxiliando-o na tomada de decisão a partir das informações captadas no ambiente.

2. PROBLEMA DE PESQUISA

Os deficientes visuais têm dificuldades para andar sozinhos em vários ambientes, pois dependem de terceiros para transitar nas ruas, ir ao supermercado, desviar de paredes, postes, obstáculos e outras referências visuais, onde acabam ficando expostos a situações de risco. Além dessas dificuldades, os preços dos equipamentos para melhorar a sua qualidade de vida, têm um custo bastante elevado, o que acarreta na procura de um produto que o auxilie e que seja de baixo custo.

3. JUSTIFICATIVA

Os seres humanos possuem os cinco sentidos que são primordiais para ter uma boa qualidade de vida. São eles, a visão, o olfato, o paladar, a audição e o tato. Os olhos são os órgãos responsáveis pelo principal sentido para compreensão do nosso planeta. No entanto, no cenário mundial existe várias pessoas com deficiência visual (OMS,2017).

A Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República criou um Comitê de Ajudas Técnicas com objetivo de influenciar o desenvolvimento e a disseminação de novas tecnologias para que os deficientes possam adquirir mais autonomia e acessibilidade. O comitê adotou, então, o termo de Tecnologia Assistiva (TA) para tratar de produtos, recursos, metodologias, serviços e todo o aparato tecnológico que favoreça os deficientes para obterem uma melhor qualidade de vida (BRASIL,2007).

Com o desenvolvimento das TA a qualidade de vida do cidadão melhora, porém, muitas pessoas não tem acesso a elas devido ao alto custo de aquisição. “Muitas tecnologias assistivas, necessárias à inclusão social de pessoas cegas, ainda têm custos elevados, dificultando seu acesso ao usuário comum” (NUNES, DANDOLINI, DE SOUZA, 2014, p. 1). Por isso, é importante desenvolver tecnologia assistiva de baixo custo para beneficiar os desprovidos de recursos.

Assim apresentar o desenvolvimento do Radale como uma Tecnologia Assistiva e mostrar como ele pode vir a impactar diretamente a vida dos deficientes visuais pode ser um passo decisivo para garantir acesso igualitário de todos na sociedade. Sua aplicação com pessoas vendadas e deficientes visuais na cidade de Araguatins e região, demonstra que o Radale proporciona mais autonomia para os deficientes visuais, por ser um equipamento adaptável de baixo custo com facilidade de uso, em que o indivíduo possa se locomover sozinho.

A escolha do tema se deu a partir da participação em projeto de pesquisa no curso de Licenciatura em Computação onde obtive conhecimento da plataforma Arduino e sua gama de sensores que são manipulados através dela. As disciplinas de Fundamentos de lógica e algoritmos e Programação contribuíram bastante para manipular esta plataforma. Outra disciplina que devo destacar foi a de Educação para Diversidade, nela senti sensibilizado com as dificuldades encontradas por muitos

deficientes, o que trouxe motivação e persistência para o desenvolvimento de uma tecnologia assistiva.

Portanto, a discussão sobre o tema revela-se importante pois pesquisas e trabalhos sobre tecnologia assistiva são cada vez mais necessários e relevantes para o meio acadêmico.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Analisar a aplicabilidade do Radale para auxiliar pessoas com deficiência visual em sua locomoção.

4.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um protótipo de sensoriamento com tecnologia Arduino para auxiliar os deficientes visuais em sua locomoção.
- Classificar a opinião dos usuários deficientes visuais e não deficientes visuais que utilizaram o Radale conforme o questionário QUEST 2.0 para TA.
- Avaliar o potencial do Radale enquanto uma tecnologia assistiva.

5. REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil, o conceito de Tecnologia Assistiva é definido pelo Comitê de Ajudas Técnicas – CAT (BRASIL, 2007) que foi instituída pela Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República. As TA englobam produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços para promover os direitos humanos relacionadas as pessoas que necessitam.

O desenvolvimento de Tecnologia Assistiva tem favorecido a qualidade de vida e inclusão social dos deficientes (BRASIL, 2009). Nesse interim, algumas TA foram desenvolvidas para facilitar a locomoção de deficientes visuais, a saber.

O protótipo bengala inteligente (Figura 1 a) de (FREITAS; LIMA; SANTOS, 2016), foi confeccionado para auxiliar os deficientes visuais a se locomoverem através da emissão de alertas sonoros e vibratórios diante da detecção de obstáculos. Os principais componentes utilizados na confecção da bengala feita de cano de plástico foram o microcontrolador Arduino, sensor ultrassônico, um buzzer, um módulo Bluetooth para interagir com o próprio celular do usuário. O Arduino se conecta via Bluetooth ao dispositivo do celular, permitindo um alerta vibratório.

Gonzatto, et al. (2012) desenvolveram um óculos, para auxiliar o deficiente visual em suas atividades, evitando possíveis colisões em obstáculos suspensos como placas ou orelhões. O projeto utilizava sensor ultrassônico, fone de ouvido, bateria de 9V entre outros componentes. A intercomunicação era realizado por sinais sonoros de forma que o usuário ouvia o sinal e executava a ação. (Figura 1 b).

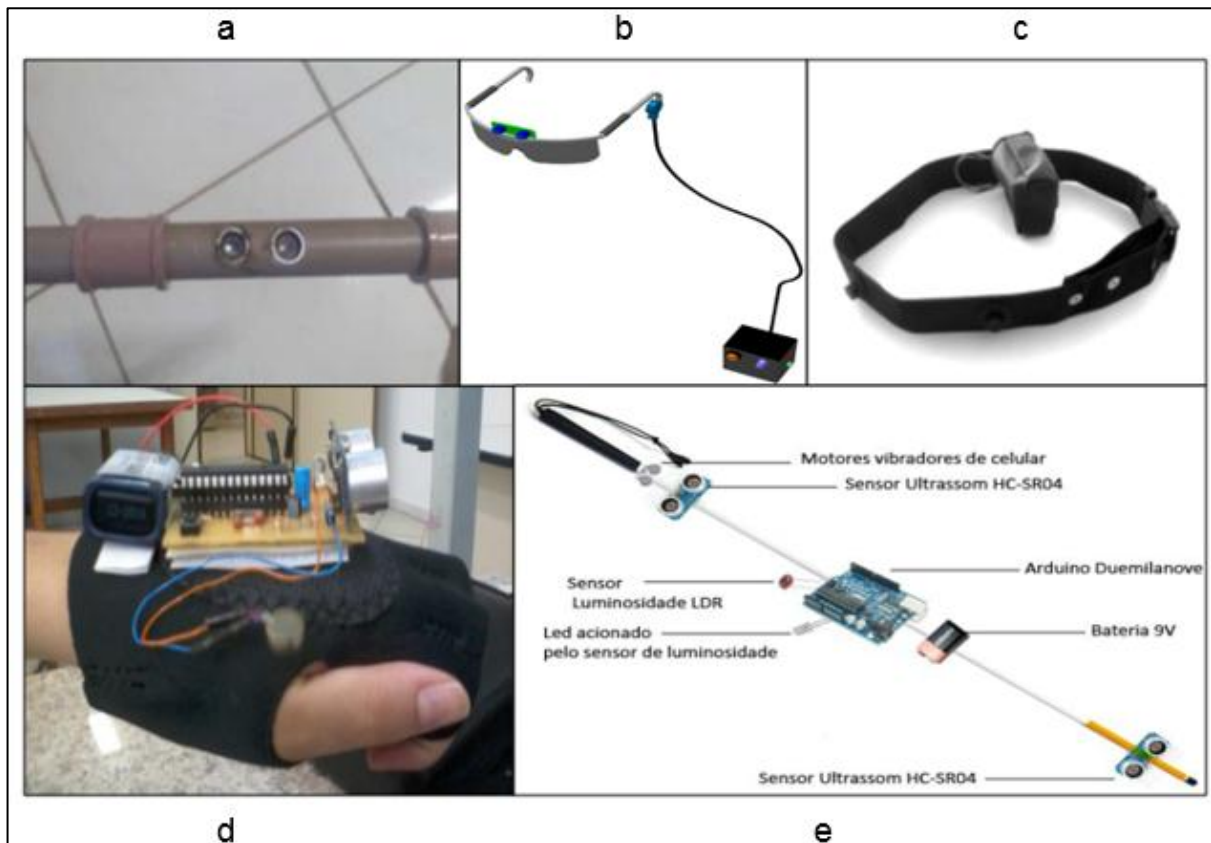
O projeto de Santos, et al. (2014), consiste em um dispositivo em forma de cinto (Figura 1 c). Nele são fixados, sensores ultrassônicos e pequenos motores que vibram para avisar a existência de um obstáculo. Foi implementado um algoritmo que analisa a distância encontrada pelos sensores ultrassônicos para checar a relação entre o indivíduo e o obstáculo. Foi utilizado o microcontrolador Arduino Nano, sensores ultrassônicos, motores de vibração, bateria e outros materiais para confecção do cinto.

Schirmer et al. (2015), criaram uma luva composta por microcontrolador, sensor ultrassônico e de um motor vibracall, capaz de realizar a medição da distância e o acionamento do vibracall em diferentes intensidades (Figura 1 d).

A bengala inteligente neural baseada em aprendizagem por reforço para deficientes visuais (Figura 1 e) de (ALVES; NEUMANN; GOUVÊA JÚNIOR, 2014), é

composto por um microcontrolador Arduino Duemilanove, Sensor Ultrassom HC-SR04, Sensor Luminosidade Resistor Dependente de Luz, Bateria de 9V e motores de vibração de celular. Utiliza rede neural através de aprendizagem por reforço, para calcular a distância do deficiente visual até o obstáculo é adaptada conforme o padrão de comportamento do usuário e quando o objeto for detectado é acionado o motor vibratório para alertá-lo.

Figura 1 - Trabalhos relacionados.



Fonte: Freitas; Lima; Santos (2016). Gonzatto, et al. (2012). Santos, et al. (2014). Schirmer et al. (2015). Alves; Neumann; Gouvêa Júnior (2014).

Os trabalhos citados expõem os principais trabalhos encontrados na literatura com a abordagem de tecnologia assistiva com uso de microcontroladores para deficientes visuais que forneceram embasamento teórico para o protótipo desenvolvido neste trabalho.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho proposto possui teor experimental e tecnológico, pois aborda o desenvolvimento de um protótipo de sensoramento Arduino para o auxílio de pessoas com deficiências visuais. A pesquisa experimental implica no trabalho sistemático, que verifica como o protótipo reage através dos testes provocados com o propósito de observar os resultados esperados (WAZLAWICK, 2009).

O primeiro procedimento adotado foi o teste individual dos componentes com o Arduino (Tabela 1) e depois todos em conjunto com o Arduino para desenvolvimento do protótipo.

O teste individual é importante para saber se o protótipo Radale está funcionando perfeitamente e para avaliar alterações das métricas, a qualidade das informações captadas, autonomia de baterias ou qualquer tipo de falha na montagem do protótipo.

Em seguida foi realizado os testes com os usuários a partir da aplicação do Questionário de Avaliação da Satisfação do Usuário com a Tecnologia Assistiva (Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology – QUEST) versão 2.0 de Demers; Weiss-lambrou; Ska (2000). Após sua tradução e validação para o português do Brasil o formulário ganhou a terminologia de B-QUEST 2.0 (CARVALHO et al., 2014).

O B-QUEST 2.0 é um formulário de avaliação recomendado para classificar tecnologia assistiva segundo requisitos considerados basilares para uma tecnologia assistiva como dimensão, peso, facilidade de uso, risco entre outros.

Na fase de coleta de dados o Radale foi utilizado por 11 pessoas que posteriormente avaliaram o dispositivo conforme o formulário. Os participantes foram divididos em 2 grupos. O primeiro grupo era composto por 5 pessoas sem deficiência visual que ficaram de olhos vendados no momento da utilização do Radale e o segundo grupo era composto por 6 participantes com deficiência visual, isso se deve ao fato de que não existe na região uma casa, instituição ou organização de apoio às pessoas com deficiências visuais, por isso a dificuldade de encontrar mais participantes para a pesquisa.

No questionário são definidos os 12 itens de uma TA porém, para este estudo foi aplicado somente a primeira fase que equivale a 8 itens relacionados ao

produto de uma tecnologia assistiva, pois a segunda fase constitui-se de 4 itens relacionados à prestação de serviços (CARVALHO et al., 2014).

Na coleta dos dados, os testes foram realizados em um ambiente controlado (sala) no IFTO Campus Araguatins, onde pessoas vendadas tentam se locomover utilizando o protótipo com e sem o auxílio de uma bengala. Os testes com deficientes visuais foram feitos na residência dos próprios deficientes visuais com o intuito de verificar se o módulo contribui para a acessibilidade.

Para tornar o ambiente mais adequado na realização da pesquisa, os objetos como mesa, cadeira e até mesmo paredes foram utilizadas para serem identificados pelo protótipo, assim os indivíduos poderiam desviar-se dos obstáculos e efetuar sua locomoção entre os obstáculos.

Os dados foram coletados mediante a manipulação de certas condições e observação dos efeitos produzidos. Deste modo, com a interpretação dos dados pode-se identificar o tempo de resposta do módulo, a autonomia da bateria, à distância favorável entre o módulo e o objeto detectado.

Para a produção do protótipo, foram utilizados equipamentos de baixo custo, em sua respectiva quantidade:

Tabela 1 - Lista de componentes.

Lista de componentes		
Item	Quantidade	Valor Real R\$
Microcontrolador Arduino Nano	1	27,00
Sensor ultrassônico HC-SR04	1	9,90
Motor de vibração	1	9,90
Bateria	1	19,50
Carregador	1	12,00
Outros		7,25
		Total = 85,55

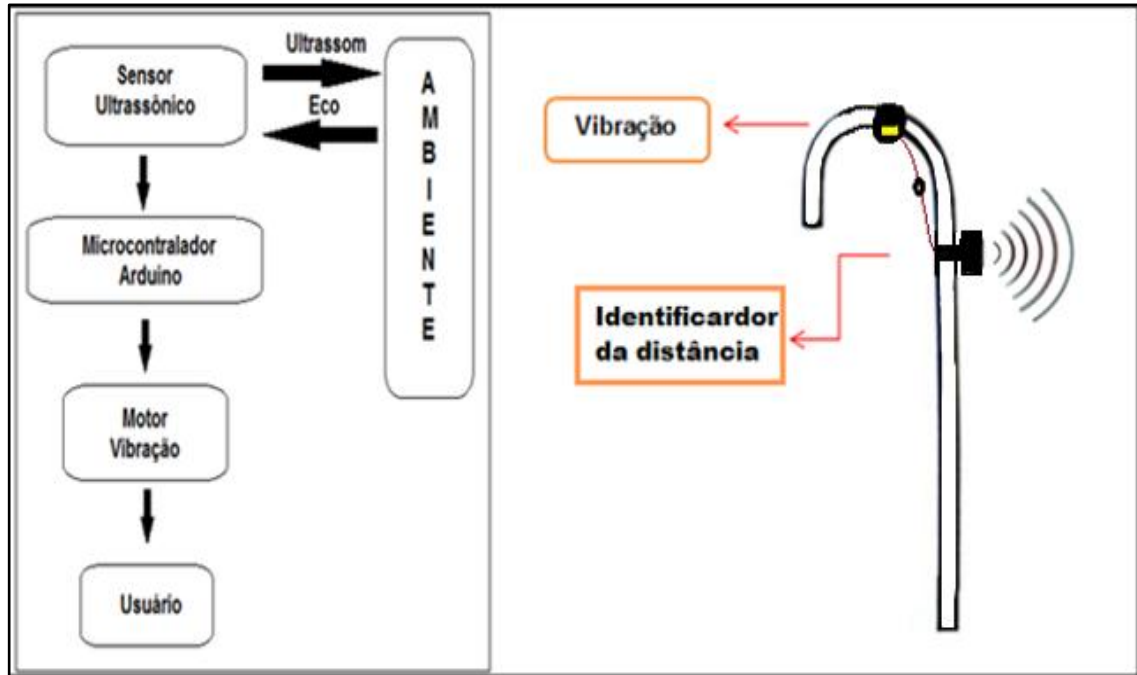
Fonte: Autor (2018).

6.1 Materiais e Métodos

A Figura 2 apresenta a ilustração do Radale inserido em uma bengala como exemplo. Nele é utilizado um microcontrolador Arduino que recebe uma tensão fornecida pela bateria. Os outros equipamentos recebem a alimentação da energia através das portas do Arduino, onde o sensor ultrassônico é alimentado pela porta de

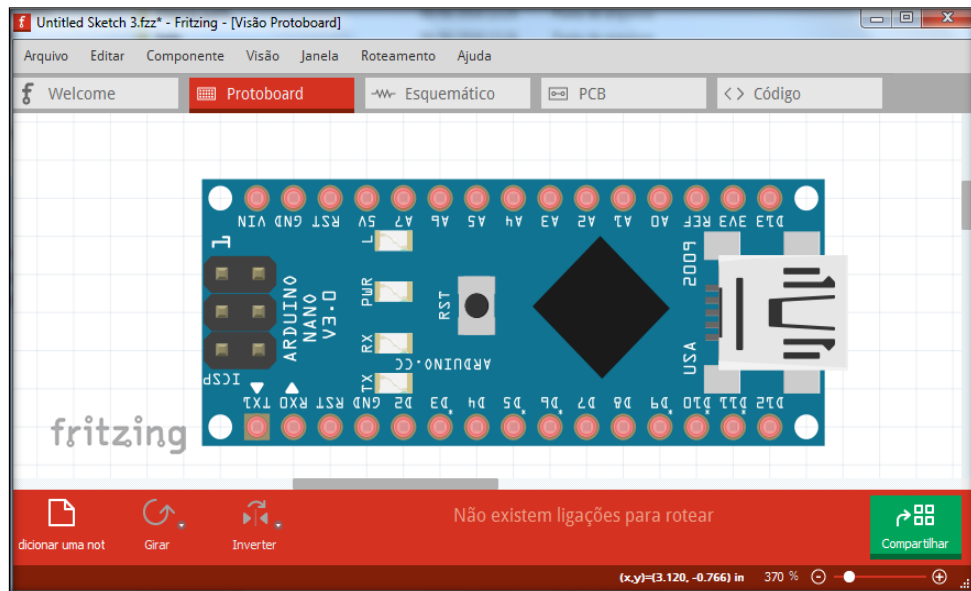
5V e o motor de vibração recebe a carga através da porta digital 8 do Arduino. E para recarregar a bateria é adicionado uma placa de carregador de 9V.

Figura 2 – Modelo proposto.



Fonte: Autor (2018).

O microcontrolador escolhido foi o Arduino (2017), por ser uma plataforma *open-source* com *hardware* e *software* acessíveis. Seu *hardware* consiste em uma placa desenvolvida a partir de um microcontrolador *Atmel*, circuitos de entrada/saída e que pode ser facilmente conectada a um computador e programada via *IDE* com base na linguagem de programação C. A placa específica utilizada neste projeto será o Arduino Nano versão 3.0 por ser pequena, programável e pode ser alimentada pela tensão externa da porta *VIN* com 5V a 12V.

Figura 3 - Arduino Nano v3.0.

Fonte: Fritzing versão 0.9.3. (2018).

O sensor ultrassônico é um dos equipamentos mais importante na confecção do protótipo, ele utiliza alta frequência de som para medir a distância entre objetos definidos. O modelo utilizado é o HC-SR04 que segundo o *Datasheet* da fabricante Elecfreaks (2011), o sensor pode ser regulável entre 2cm a 4m de distância, com precisão de até 3cm. Ele possui um circuito pronto com emissor e receptor acoplados e 4 pinos (VCC, Trigger, ECHO, GND) para medição. Além disso, sua angulação é de 15°.

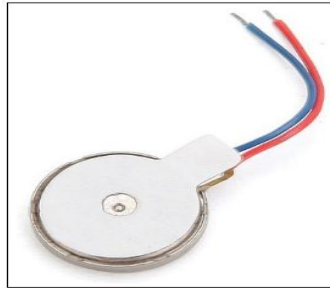
Este tipo de equipamento emite várias ondas que são imperceptíveis ao ouvido e detecta o eco provocado pela obstrução de um corpo estranho, o seu funcionamento é similar a um sonar utilizado por submarinos. (DE CASTRO LIBANIO; DOS REIS MACHADO, 2014).

Figura 4 - Sensor ultrassônico.

Fonte: FilipeFlop Componentes Eletrônicos (2017).

O motor de vibração é um motor elétrico que responde a comandos de circuito inserido. Este equipamento de formato achatado e circular é o que faz o efeito de vibração em aparelhos celulares. O vibracall utilizado no projeto tem dimensões de 10mm de diâmetro, 3.4mm de altura, ele foi retirado de um aparelho celular quebrado da LG modelo L-70.

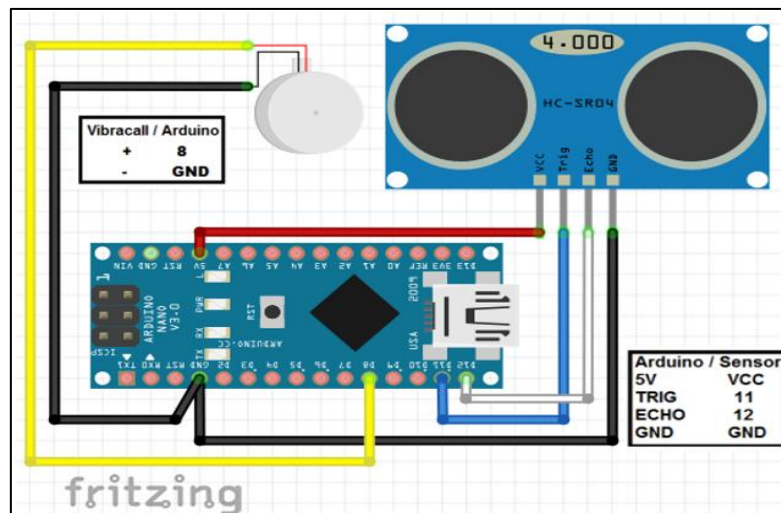
Figura 5 - Motor de vibração, Vibracall.



Fonte: FilipeFlop Componentes Eletrônicos (2017).

A ligação dos componentes sucedeu no programa Fritzing versão 0.9.3.0, este por sua vez é uma iniciativa de hardware de código aberto que abrange diversos materiais para a área da eletrônica, e por sua facilidade de uso o seu *software* pode ser manipulado por qualquer pessoa que deseja navegar em suas ferramentas para documentar seus protótipos ou compartilhar com os outros. O Fritzing deu início na Universidade de Ciências Aplicadas de Potsdam, e agora é desenvolvido pela Friends-of-Fritzing que é uma organização beneficente sem fins lucrativos dedicada ao desenvolvimento de ferramentas de *software* de código aberto (FRITZING).

Figura 6 - Arduino Nano com o sensor ultrassônico e motor vibracall.



Fonte: Autor (2018).

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Levantamento de Requisitos

O levantamentos de requisitos funcionais e não funcionais para o desenvolvimento do Radale foram realizados a partir das dificuldades encontradas pelos deficientes visuais na sua locomoção. A organização dos requisitos funcionais estabelecidos foram adaptados de Alves, Neumann; Gouvêa Júnior (2014) e dispostos a seguir.

Dos requisitos funcionais:

- RF01: capturar a distância;
- RF02: alertar a vibração;
- RF03: impedir a colisão do deficiente visual com obstáculos;
- RF04: adaptar a outros acessórios;
- RF05: o protótipo deverá ser portátil;
- RF06: o protótipo deverá ser recarregável;

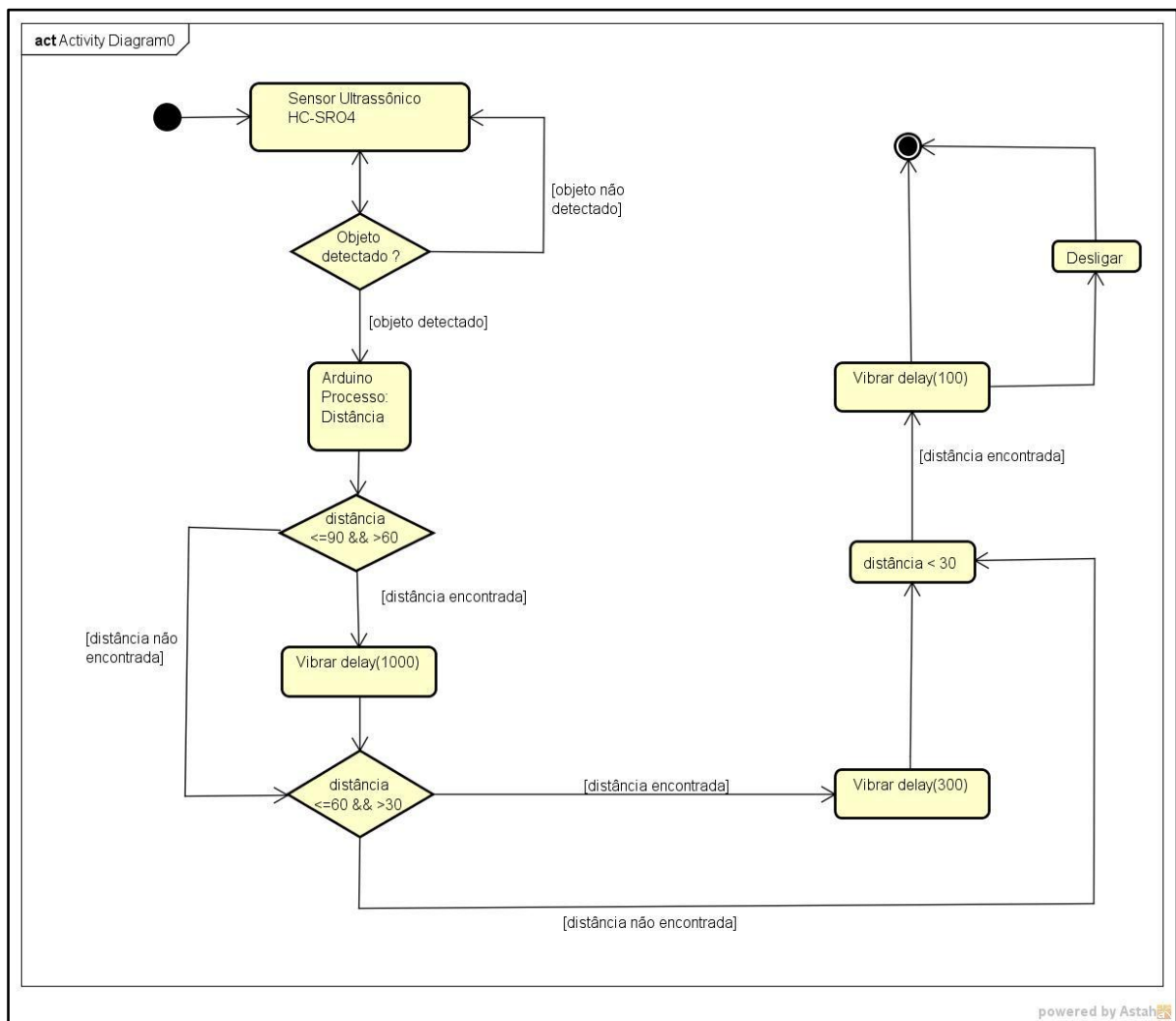
Dos requisitos não funcionais:

- RNF01: o protótipo deverá capturar distância entre 2cm a 400cm através do sensor ultrassônico HC-SR04;
- RNF02: o protótipo deverá ter 3 tipos de vibrações;
- RNF03: o protótipo deverá ter entrada de alimentação para ser recarregado;
- RNF04: o protótipo deverá ter uma bateria recarregável de 9V;
- RNF05: tem que ter um botão liga/desliga.

7.2 Lógica de funcionamento do protótipo

O Diagrama de Atividade da Figura 7 representa a lógica do funcionamento do protótipo, bem como as ações que serão feitas no reconhecimento de obstáculos. Quando o protótipo detectar objetos a partir de 90cm de distância, o microcontrolador Arduino Nano processa os dados e aciona o motor de vibração com variações diferentes de acordo com a distância da lógica programada.

Figura 7 - Lógica do funcionamento do protótipo, Diagrama de Atividade.



Fonte: Autor (2018).

Os *delays* (atrasos) no Diagrama de Atividade representa a intensidade de vibração do motor, diante disso, no *delay* 1000 milissegundo que é igual a um segundo, significa que o motor vai ligar e desligar no intervalo de um segundo, e quanto mais o deficiente visual se aproximar do obstáculo com o protótipo, chegará em uma outra decisão e a intensidade de vibração vai aumentar (*delay* 300). Porém, quando entra na decisão da distância menor que 30cm e satisfazer a condição, será ativado o motor com *delay* representativo 100 que vibrará com intensidade constante.

7.3 Código

A programação desenvolvida foi realizada no *software* do Arduino que é baseada em linguagem de programação C. A Figura 9 demonstra o código onde diz que se a distância for menor ou igual a 90cm e maior que 60cm, então aciona o motor de vibração (HIGH nível de tensão liberado) pelo pino 8 do Arduino e espera 1000 milissegundo até que seja desativado o motor de vibração (LOW nível de tensão interrompido) por também 1000 milissegundo. Assim, se o protótipo ainda estiver entre a distância determinada então a vibração permanece ligando/desligando no tempo definido.

Figura 8 - Código.

```

if(distancia <=90 && distancia >60){
digitalWrite(8, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(8, LOW);
delay(1000);
}
if(distancia <=60 && distancia >30){
digitalWrite(8, HIGH);
delay(300);
digitalWrite(8, LOW);
delay(300);
}
if(distancia <=30){
digitalWrite(8, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(8, LOW);
}
}else{//SENÃO, faz
noNewTone (PinoVibrar);
}

```

Fonte: Autor (2018).

Percebe-se que após acionar o motor de vibração (*HIGH*) por 100 milissegundos não há um tempo definido para desativar o motor de vibração (*LOW*), isto não é feito porque caso seja colocado um tempo então o motor ficará ligando/desligando nos tempos definidos. Contudo, deve ser observado que o valor de 100 milissegundos foi o escolhido no momento dos testes porque quando era adicionando valores menores a intensidade da vibração enfraquecia.

Nas últimas linhas do código há um *else*, ou seja, senão satisfazer as 3 condições da programação então o motor *vibracall* fica desligado. No senão foi utilizado a biblioteca *NewTone* para desativar o pino 8 do motor com o comando

noNewTone(PinoVibrar), em que o nome *PinoVibrar* é a variável do pino digital da porta 8.

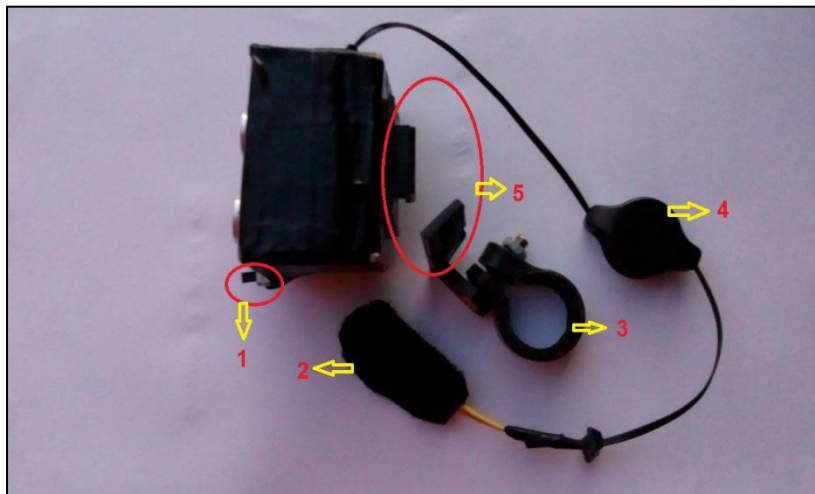
7.4 Radale

A Tecnologia Assistiva Radale tem dimensões de 7,2 x 6,2 x 4,8 centímetros, pesa 123 gramas. O tempo de resposta do Radale não ultrapassa 1 segundo nos 3 intervalos testados. O protótipo ganha mais destaque por ser recarregável e ter uma autonomia de bateria com 15 horas de duração.

Os componentes e funções do Radale são enumerados na figura 9.

- 1 Botão liga/desliga.
- 2 Motor de vibração coberto com velcro para fixação.
- 3 Acessório regulável para fixação em bengalas de diferentes dimensões.
- 4 Fio flexível para aumentar ou diminuir a afiação. Seu tamanho máximo é de 57cm.
- 5 Encaixes para fixação.

Figura 9 - Radale finalizado.



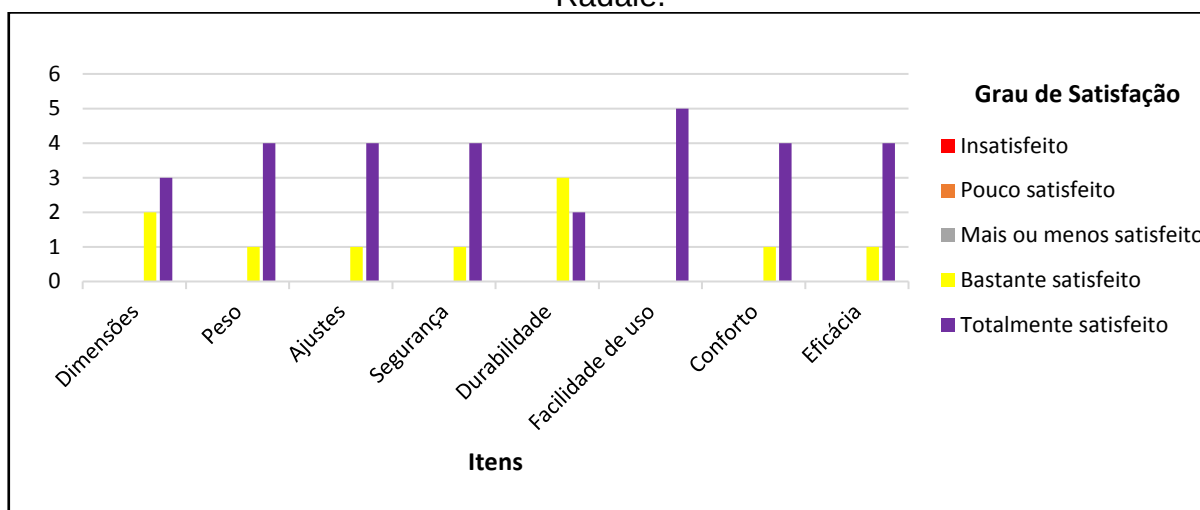
Fonte: Autor (2018).

O usuário pode desligá-lo depois de sua utilização visando a economia de bateria. O motor de vibração coberto com componente macio do velcro oferece alternativa para fixar o motor no dedo ou no pulso a partir da união da parte áspera com o macio.

O utensílio regulável de fixação é um acessório útil caso fixado a objetos de dimensões diferentes ou a própria variação de altura ou envergadura dos deficientes visuais.

O gráfico 1 representa o grau de satisfação dos participantes sem deficiência visual com o protótipo desenvolvido em que cada participante classifica os itens em uma escala de 0 a 5, de insatisfeito para totalmente satisfeito.

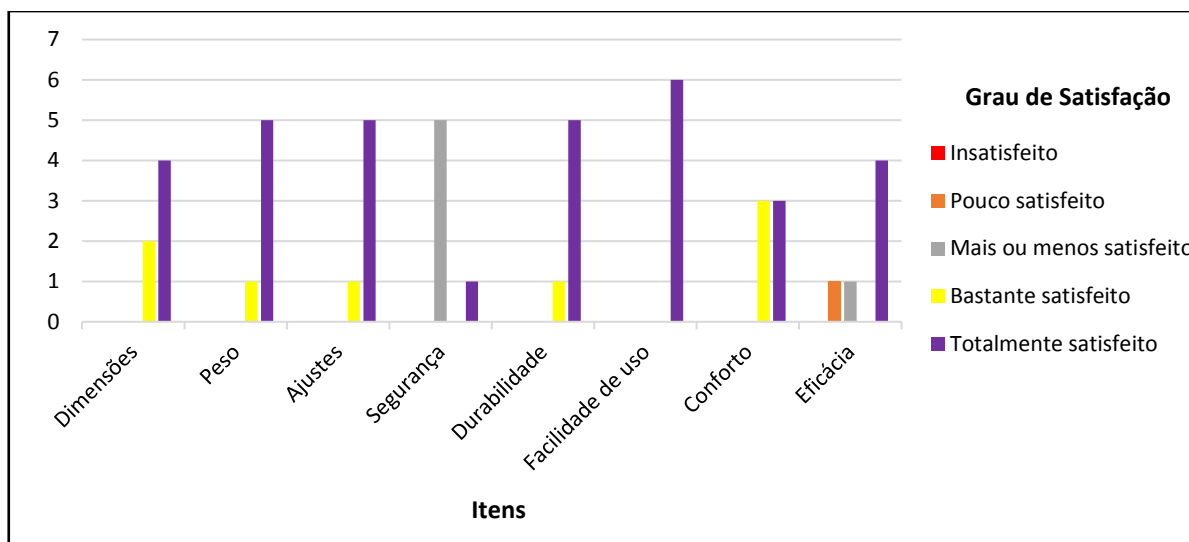
Gráfico 1 - Grau de satisfação das pessoas vendadas em relação aos recursos do Radale.



Fonte: Autor (2018).

Logo, todas as pessoas de olhos vendados marcaram o item Facilidade de uso com o grau de Totalmente Satisfeito com o Radale devido seu fácil manuseio, porque ao manipula-lo não tiveram dificuldades, todavia um bom entendimento de como funciona. É conveniente evidenciar que o peso, ajustes, segurança, conforto e eficácia foram marcados pela maioria das pessoas como totalmente satisfeito. Consequentemente, as pessoas vendadas consideram o Radale leve com fácil adaptação que possibilita comodidade e bom proveito, resultando em autoconfiança. Outro aspecto a destacar é a durabilidade da bateria do Radale uma vez que foi manifestado o grau de bastante satisfeito. É evidente que os graus de satisfação insatisfeito, pouco satisfeito e mais ou menos satisfeito não foram manifestados acarretando no resultado positivo do Radale.

Gráfico 2 - Grau de satisfação dos deficientes visuais aos recursos do Radale.



Fonte: Autor (2018).

O gráfico 2 demonstra o grau de satisfação dos deficientes visuais. Assim, todos os deficientes visuais classificaram a Facilidade de uso como Totalmente satisfeito porque eles assimilaram rapidamente como funciona o Radale, as variações de vibração ao identificar os obstáculos e as distancias definidas.

O peso e ajustes também receberam o grau de Totalmente satisfeito para a maioria dos deficientes visuais, já que o protótipo é considerado leve e ajustável. Outro ponto importante é a Durabilidade da bateria do Radale que foi classificada como Totalmente satisfeito pela maioria, no qual o tempo de 15 horas de autonomia do Radale até sua nova recarga seria suficiente para atender as suas necessidades, em razão de a relação consumo e tempo de duração da bateria é sempre um desafio muito grande em se tratando de dispositivos portáteis.

Portanto, é evidente que os dois grupos de usuários que participaram do teste consideraram como características importantes a facilidade de uso, a segurança e por consequência ele se torna um equipamento eficaz. Em seguida veremos uma tabela para que demonstra esta afirmação.

Nesse interim, a Tabela 2 apresenta a média de cada um dos 8 recursos da tecnologia assistiva Radale em relação aos 11 usuários. A tabela foi adaptada de Mattozo (2016) e disposta por completo no APÊNDICE A.

Tabela 2 – Média de cada um dos 8 recursos do Radale em relação aos 11 participantes. B-QUEST 2.0.

	Respostas dos participantes sobre os 8 recursos do Radale. B-QUEST 2.0
--	---

11 Particip.	Dimen.	Peso	Ajust.	Segur.	Durab.	Facilidade	Conforto	Eficácia
Média de cada um dos 8 Recursos	5	5	5	4	5	5	5	5

Fonte: Autor (2018).

Sendo assim, o objetivo dessa média é demonstrar o grau de satisfação de todos os usuários em relação aos recursos do Radale segundo o B-QUEST 2.0. Desta forma, a média demonstra que o Radale recebeu médias satisfatórias em todos os 8 itens definidos, dado que cada um dos usuários utilizaram a escala de 1 a 5, onde 1 significa Insatisfeito, 2 pouco satisfeito, 3 mais ou menos satisfeito, 4 bastante satisfeito e 5 totalmente satisfeito.

Entende-se que os deficientes visuais, assim como as pessoas vendadas, demonstraram satisfação com a facilidade de uso que o Radale apresenta. O peso também foi um aspecto marcante considerado pelos deficientes visuais, sendo este uma característica que influencia para a facilidade de uso, bem como a capacidade de ajustes e o conforto. Já, as pessoas que ficaram de olhos vendados enfatizaram sobre a segurança que o Radale proporciona.

Para uma melhor análise dos dados foi utilizado o método estatístico de coeficiente de correlação Pearson (r), este por sua vez, serve para analisar a relação entre duas variáveis e representa o grau de correlação por meio de valores entre -1 e 1. Assim sendo, o cálculo foi realizado com auxílio do *Software Microsoft Excel*, a sua fórmula é $=CORREL(intervalo\ 1; intervalo\ 2)$, nela foi inserido o *intervalo 1* que corresponde a coluna Grau de Satisfação: Pontuação Total B-QUEST 2.0 e no *intervalo 2* foi inserido a coluna Tempo de uso, veja o APÊNDICE B para melhor entendimento (MATTOZO, 2016). O resultado do coeficiente de Pearson sucedeu em $r = 0,72$ logo, existe uma relação positiva forte por estar próximo de 1, isso significa que nesse caso existe uma relação positiva entre Grau de satisfação e Tempo de uso do Radale (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009).

A partir dos testes realizados pode-se afirmar que a tecnologia assistiva desenvolvida atende as necessidades do deficiente visual por ser portátil e fácil de ajustar. É adaptável porque o protótipo pode ser facilmente ajustado no cinturão, na mão ou acoplado em outra parte do corpo.

A utilização do Radale é adequado porque quando detecta o obstáculo seu tempo de resposta é menor que um segundo para que a vibração seja emitida. Esse tempo é praticamente imperceptível por trazer rapidez e segurança para a pessoa efetuar o próximo passo desejável.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Tecnologia Assistiva Radale apresenta dimensões de 7,2 x 6,2 x 4,8 centímetros e peso de 123 gramas, fazendo dessas características um equipamento tecnológico portátil, em razão de ser pequeno, leve e de fácil locomoção. Ele é eficiente porque nos 3 modos de vibração que foi testado, o seu tempo de resposta é menor que um segundo. Um fator também significativo é sua boa autonomia de bateria com 15 horas de duração, trazendo maior proveito ainda por ser recarregável. O mesmo conta com um bom custo benefício por utilizar tecnologia Arduino e em conjunto com outros componentes seu preço sai menos que 90 reais.

O Radale tem como diferencial, em se tratando de TA, a adaptabilidade pois as pessoas podem utiliza-lo de várias formas e em diferentes locais do corpo de acordo com suas necessidades. Como por exemplo na cintura, na mão, pode ser utilizado também em outros acessórios, fixado ao cinto, bengala ou luva como forma de complementação.

Desta forma, todos os usuários que participaram da pesquisa se agradaram do Radale e consideram uma boa tecnologia pela sua facilidade de uso, a segurança e eficácia.

Para trabalhos futuros na melhoria do Radale seria a aplicação de uma tecnologia sem fio entre o motor de vibração até o módulo com o ultrassônico, uma vez que não precisaria da afiação e o mesmo se tornaria mais adaptável. Para a recarga da bateria seria interessante utilizar um carregador solar, assim o usuário não precisaria se preocupar ou encontrar uma tomada disponível para carregar o Radale.

Portanto, o protótipo desenvolvido é um tecnologia assistiva que contribui para a autonomia do deficiente visual, favorecendo cada vez mais sua inclusão na sociedade.

REFERÊNCIAS

ALVES, Franciele AS; NEUMANN, Alexandre MM; GOUVÊA JÚNIOR, Maury M. **Bengala inteligente neural baseada em aprendizagem por reforço para deficientes visuais**. In: Brazilian Conference on Intelligent Systems-Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional. 2014. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/eniac/2014/0071.pdf> > Acesso em: 4 fev. 2018.

ARDUINO (2017). **Arduino** Página Web. <<https://www.arduino.cc/>> Acesso em: 7 ago. 2017.

BRASIL. **Lei n. 10.098, de 19 de dezembro de 2000**. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 20 de dez. 2000. Seção 1. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-10098-19-dezembro-2000-377651-publicacaooriginal-1-pl.html>> Acesso em: 13 set. 2017.

_____. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência. **Ata da VII Reunião do Comitê de Ajudas Técnicas – CAT/Corde/SEDH/ PR, realizada em 13 e 14 de dezembro de 2007**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.infoesp.net/CAT_Reuniao_VII.pdf> Acesso em: 03 mar. 2018.

_____. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. **Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva**. – Brasília: CORDE, 2009. 138 p. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/livro-tecnologia-assistiva.pdf>> Acesso em: 03 mar. 2018.

CARVALHO, Karla Emanuelle Cotias de et al. **Translation and validation of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST 2.0) into Portuguese**. Revista brasileira de reumatologia, v. 54, n. 4, p. 260-267, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0482-50042014000400260&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em: 02 mar. 2018.

CARVALHO, Vanessa Fernandes et al. **Tecnologias assistivas aplicadas a deficiência visual: recursos presentes no cotidiano escolar e na vida diária e prática**. Educere-Revista da Educação da UNIPAR, v. 16, n. 1, 2016. Disponível em: <<http://www.revistas.unipar.br/index.php/educere/article/view/5825>> Acesso em: 08 jan. 2018.

DEMERS, Louise; WEISS-LAMBROU, Rhonda; SKA, Bernadette. **Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology - QUEST version 2.0: An outcome measure for assistive technology devices**, 2000. <http://www.midss.org/sites/default/files/questmanual_final_electronic20version_0.pdf > Acesso em: 20 out. 2018.

DE CASTRO LIBANIO, Jesse; DOS REIS MACHADO, Cátia. **UTILIZAÇÃO DE SENSORES EM DISPOSITIVOS PARA DEFICIENTES VISUAIS**. 2014. Disponível em: <<http://www.camboriu.ifc.edu.br/vfice2014/anais/uploads/trab52.pdf>> Acesso em: 16 jan. 2018.

FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto; SILVA JÚNIOR, José Alexandre da. **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)**. 2009. Disponível em: <http://bibliotecadigital.tse.jus.br/xmlui/bitstream/handle/bdtse/2766/desvendando_mist%C3%A9rios_coeficiente_figueiredo%20filho.pdf?sequence=1> Acesso em: 11 set. 2018.

FREITAS, Maria; LIMA, Atos; SANTOS, Marcelo. **Protótipo de Bengala Inteligente de Baixo Custo para o Auxílio de Deficientes Visuais**. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2016. p. 1344. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7060>> Acesso em: 21 ago. 2017.

FRITZING. **fritzing**. Disponível em: <<http://fritzing.org/home/>> Acesso em: 20 out. 2018.

GONZATTO, Alfredo, et al. "**Óculos sonar para deficientes Visuais**." XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação—Universidade do Vale do Paraíba (2012). Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0948_0818_01.pdf>. Acesso em: 01 set. 2017.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**: características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf> Acesso em: 10 set. 2017.

MATTOZO, Tiago Raijche et al. **Tecnologia assistiva**: identificação dos requisitos do produto de órteses para membros inferiores-uma visão a partir das percepções dos usuários. 2016. Disponível em: <<http://150.162.242.35/handle/123456789/168084>> Acesso em: 11 set. 2018

NUNES, Elton Luiz Vergara; DANDOLINI, Gertrudes Aparecida; DE SOUZA, João Artur. As tecnologias assistivas e a pessoa cega. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia**, v. 9, n. 2, 2014. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34927677/DataGramZero_-_Revista_de_Ciencia_da_Informacao_-_Artigo_04.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1536910068&Signature=tmY%2Bkap0%2FUWAW6vod2rxKp1npao%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAs_tecnologias_assistivas_e_a_pessoa_ceg.pdf> Acesso em: 05 fev. 2018.

Organização Mundial da Saúde. 2017. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>> Acesso em: 01 mar. 2018.

Pesquisa nacional de saúde: 2013: **ciclos de vida**: Brasil e grandes

regiões / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2015.92 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94522.pdf>> Acesso em: 13 jan. 2018.

SANTOS, et al. “**Cinto**: dispositivo de auxílio a deficientes visuais.” Mostra Nacional de Robótica- Vitória da Conquista/BA (2014). Disponível em: <<http://www.mnr.org.br/mostravirtual/interna.php?id=7412>> Acesso em: 27 ago. 2017.

SCHIRMER, Camila Lopes et al. **Luva guia para deficientes visuais**, 2015. Disponível em: <http://scientiaprima.incentivoaciencia.com.br/edicao_03.03/artigo_01.pdf> Acesso em: 26 ago. 2017.

WAZLAWICK, Raul Sidnei, 1967. **Metodologia de pesquisa para ciência da computação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

ANEXO A – Questionário. Avaliação da Satisfação do Usuário com a Tecnologia Assistiva de Quebec B-Quest (2.0) idioma Português do Brasil

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS – *CAMPUS ARAGUATINS*

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

RADALE: tecnologia assistiva para o auxílio de deficientes visuais

DARCIO SAMPAIO DA SILVA

E-mail: darcyoboy@gmail.com

AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DO USUÁRIO COM A TECNOLOGIA ASSISTIVA

Recurso tecnológico: _____

Nome do usuário: _____

Data da avaliação: _____ Tempo de uso: _____

O objetivo do questionário QUEST é avaliar o grau de satisfação com seu recurso de tecnologia assistiva. O questionário consiste de 8 itens de satisfação.

- Para cada um dos 8 itens, avalie sua satisfação com o recurso de tecnologia assistiva, usando a seguinte escala de 1 a 5:

1	2	3	4	5
Insatisfeito	Pouco satisfeito	Mais ou menos satisfeito	Bastante satisfeito	Totalmente satisfeito

- Circule ou marque o número que melhor descreve seu grau de satisfação com cada um dos 8 itens.
- Não deixe nenhuma pergunta sem resposta.

RECURSO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA

Qual é o seu grau de satisfação com:

1. As dimensões (tamanho, altura, comprimento, largura) do seu recurso de tecnologia assistiva?

1	2	3	4	5
----------	----------	----------	----------	----------

2. O peso do seu recurso de tecnologia assistiva?

1	2	3	4	5
----------	----------	----------	----------	----------

3. A facilidade de ajustar (fixar, afivelar) as partes do seu recurso de tecnologia assistiva?

1	2	3	4	5
----------	----------	----------	----------	----------

4. A estabilidade e a segurança do seu recurso de tecnologia assistiva?

1	2	3	4	5
----------	----------	----------	----------	----------

5. A durabilidade (força e resistência ao desgaste) do seu recurso de tecnologia assistiva?

1	2	3	4	5
----------	----------	----------	----------	----------

6. A facilidade de uso do seu recurso de tecnologia assistiva?

1	2	3	4	5
----------	----------	----------	----------	----------

7. O conforto do seu recurso de tecnologia assistiva?

1	2	3	4	5
----------	----------	----------	----------	----------

8. A eficácia do seu recurso de tecnologia assistiva (o quanto seu recurso atende às suas necessidades)?

1	2	3	4	5
----------	----------	----------	----------	----------

- A seguir, consta uma lista com os mesmos 8 itens de satisfação. ESCOLHA OS 3 ITENS que você considera os mais importantes. Assinale um X nas 3 opções de sua escolha.

Dimensões	
Peso	
Ajustes	
Segurança	

Durabilidade	
Facilidade de uso	
Conforto	
Eficácia	

APÊNDICE A – Respostas dos participantes sobre os 8 recursos do Radale. B-QUEST 2.0

	Respostas dos participantes sobre os 8 recursos do Radale. B-QUEST 2.0							
Participantes	Dimen.	Peso	Ajust.	Segur.	Durab.	Facilidade	Conforto	Eficácia
Indivíduo 1	4	5	4	3	5	5	4	3
Indivíduo 2	5	5	5	3	5	5	5	5
Indivíduo 3	4	4	5	5	4	5	4	5
Indivíduo 4	5	5	5	3	5	5	5	5
Indivíduo 5	5	5	5	5	4	5	5	5
Indivíduo 6	5	5	5	5	5	5	5	5
Indivíduo 7	4	4	4	5	4	5	3	5
Indivíduo 8	4	5	5	5	5	5	4	5
Indivíduo 9	5	5	5	4	4	5	5	4
Indivíduo 10	5	5	5	3	5	5	4	2
Indivíduo 11	5	5	5	3	5	5	5	5
Média de cada um dos 8 Recursos	5	5	5	4	5	5	5	5

APÊNDICE B - Dados utilizados no cálculo do coeficiente de correlação de Pearson.

Participantes	Grau de Satisfação: Pontuação Total. B- QUEST 2.0	Tempo de uso (em minutos)
Indivíduo 1	4,13	9
Indivíduo 2	4,75	9
Indivíduo 3	4,5	10
Indivíduo 4	4,75	10
Indivíduo 5	4,88	10
Indivíduo 6	5	10
Indivíduo 7	4,25	9
Indivíduo 8	4,75	10
Indivíduo 9	4,63	10
Indivíduo 10	4,25	9
Indivíduo 11	4,75	10
Coeficiente de Pearson	$r = 0,72$	