



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO AMAZÔNICO EM ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

ANDREI LUIZ DEMETRIO E SILVA

**PROPOSTA E AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA ASSISTIVO PARA AUXÍLIO DA  
PESSOA COM DEFICIÊNCIA VISUAL NA SELEÇÃO DE PRODUTOS**

Tucuruí – PA

2019

ANDREI LUIZ DEMETRIO E SILVA

**PROPOSTA E AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA ASSISTIVO PARA AUXÍLIO DA  
PESSOA COM DEFICIÊNCIA VISUAL NA SELEÇÃO DE PRODUTOS**

Texto dissertativo apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada do Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia, da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Heleno Fülber

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Merlin

Tucuruí – PA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- 
- S586p Silva, Andrei Luiz Demétrio e  
Proposta e avaliação de um sistema assistivo para auxílio da pessoa com deficiência visual na seleção de produtos / Andrei Luiz Demétrio e Silva. — 2019.  
xiv, 53 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Heleno Fülber  
Coorientador(a): Prof. Dr. Bruno Merlin  
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2019.
1. Tecnologias Assistivas. 2. Deficiência Visual. 3. Sistemas Embarcados. I. Título.

CDD 600

---

ANDREI LUIZ DEMETRIO E SILVA

**PROPOSTA E AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA ASSISTIVO PARA AUXÍLIO DA  
PESSOA COM DEFICIÊNCIA VISUAL NA SELEÇÃO DE PRODUTOS**

Texto dissertativo apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada do Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia, da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Heleno Fülber

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Merlin

Aprovada em 24 de maio de 2019.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Heleno Fülber – UFPA – Orientador

---

Prof. Dr. Bruno Merlin – UFPA – Coorientador

---

Prof. Dr. Adonney Allan de Oliveira Veras – UFPA – Membro Interno

---

Prof. Dr. João Elias Vidueira Ferreira – UFPA – Membro Externo

Dedico este trabalho, a Deus, pois sem  
ele eu nada poderia fazer, aos meus pais  
que sempre me guiaram pelo caminho  
que me permitiu chegar até aqui: A  
Educação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha amada esposa Mônica Oliveira que esteve ao meu lado desde o início deste trabalho ainda como minha namorada, e hoje ao finalizá-lo como minha esposa, agradeço-a por sempre me aturar e incentivar nessa jornada até aqui. Aos meus pais Darc e André que sempre deram o seu melhor para que eu pudesse estudar. Ao meu Orientador Heleno Fülber por toda paciência e disponibilidade em me auxiliar na construção deste trabalho e as demais pessoas que de alguma forma contribuíram para que isso fosse possível.

*Encare suas deficiências e seus  
problemas como desafios, nunca como  
desculpas.*

*(Paulo Ursaia)*

## RESUMO

O ato de realizar compras é encarado como uma simples tarefa para a maioria das pessoas. Entretanto, para alguém com deficiência visual pode significar algo complexo ou até mesmo impossível de ser realizado sem o auxílio de terceiros. Com intuito de superar essa barreira e viabilizar a realização da seleção de produtos de maneira autônoma pelos deficientes visuais desenvolveu-se o sistema proposto. Através da utilização de um microcontrolador interligado a um sensor de rádio frequência e um reproduzidor de áudio construiu-se um sistema embarcado (acoplado a uma luva) que em conjunto com um serviço de consultas a bases de dados possibilitaram sua implantação. Sua utilização foi avaliada por dois grupos de participantes através da realização de um estudo de caso ambientado em um supermercado. O primeiro grupo foi composto apenas por deficientes visuais, enquanto o segundo por participantes videntes, que foram vendados para simular cegueira recém adquirida. Com a realização deste trabalho, possibilitou-se a pessoas com deficiência visual a realização autônoma de um processo de seleção de produtos, alcançando o índice médio de assertividade de 92,5%.

**Palavras-chave:** Tecnologias Assistivas; Deficiência Visual; Sistemas Embarcados.



## ABSTRACT

The act of making purchases is seen as a simple task for most people. However, for someone with visual impairment it can mean something complex or even impossible to realize without the help of others. In order to overcome this barrier and enable the realization of the selection of products in an autonomous way by the visually impaired, the proposed system was developed. Using a microcontroller interconnected to a radio frequency sensor and an audio reproducer, an embedded system (coupled to a glove) was built, which together with a database query service made possible its implantation. Its use was evaluated by two groups of participants through the accomplishment of a case study set in a supermarket. The first group consisted only of visually impaired, while the second group was blind sighted participants, who were blindfolded to simulate newly acquired blindness. With the accomplishment of this work, it was possible for people with visual impairment to perform a product selection process autonomously, reaching a mean assertiveness index of 92.5%.

**Keywords:** Assistive Technologies; Visual impairment; Embedded systems.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de Tag NFC.....	20
Figura 2: Funcionamento e divisão das funções do RFID.....	22
Figura 3: Passo-a-passo de um sistema utilizando RFID.....	22
Figura 4: Funcionamento do Node Js .....	25
Figura 5: Resumo da Metodologia .....	30
Figura 6: Ambiente de Referência.....	31
Figura 7: Esquema da Ambientação .....	32
Figura 8: Modelo .....	33
Figura 9 Dispositivo acoplado a luva.....	37
Figura 10:Frente do local de testes .....	38
Figura 11:Estante utilizada nos testes.....	39
Figura 12:Tag (etiqueta) utilizada nos testes.....	40
Figura 13: Execução do estudo de caso. ....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Primeiro Grupo de Participantes .....	44
Tabela 2: Segundo grupo de Amostragem/Participantes .....	44
Tabela 3: Tempo de realização das atividades do primeiro grupo .....	46
Tabela 4: Tempo do segundo Grupo.....	46
Tabela 5: Assertividade do primeiro grupo.....	48
Tabela 6: Assertividade do segundo grupo.....	48
Tabela 7: Experiência de utilização do primeiro grupo.....	49
Tabela 8: Experiência de utilização do segundo grupo.....	50
Tabela 9: Comportamento em relação as compras no cotidiano.....	50

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Média de tempo de execução do primeiro grupo.....	46
Gráfico 2: Média de tempo de execução do segundo grupo. ....	47
Gráfico 3: Tempo entre o primeiro e segundo grupo.....	47
Gráfico 4: Assertividade Do Primeiro Grupo.....	48
Gráfico 5: Assertividade do segundo grupo .....	49
Gráfico 6: Assertividade entre os grupos. ....	49
Gráfico 7: Representação do comportamento em relação as compras.....	51

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS.....	12
<b>2. TECNOLOGIAS PARA O AUXÍLIO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA.....</b>	<b>14</b>
2.1 DEFICIÊNCIA.....	14
2.2 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS.....	15
2.3 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS PARA DEFICIENTES VISUAIS.....	16
2.4 TRABALHOS CORRELATOS .....	18
<b>3. REFERENCIAL TECNOLÓGICO .....</b>	<b>20</b>
3.1 NFC.....	20
3.2 RFID.....	21
3.3 MICROCONTROLADOR.....	22
3.4 BANCO DE DADOS.....	23
3.5 NODE JS.....	24
<b>4 . METODOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
4.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA .....	26
4.2 METODOLOGIA UTILIZADA.....	28
<b>5 . MODELO E ARQUITETURA .....</b>	<b>31</b>
5.1 AMBIENTE DE APLICAÇÃO .....	31
5.2 MODELO PROPOSTO .....	32
5.3 ARQUITETURA .....	33
<b>5.3.1 Considerações .....</b>	<b>34</b>
<b>5.3.2 Arquitetura definida .....</b>	<b>35</b>
5.4 PROTÓTIPO.....	36
<b>6. ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>38</b>
6.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO .....	38
6.2 VARIÁVEIS.....	40
6.3 ROTEIRO.....	41
<b>6.3.1 Protocolo de execução do estudo de caso .....</b>	<b>41</b>
6.4 TESTE PRELIMINAR.....	42
6.5 DESCRIÇÃO DOS PARTICIPANTES.....	43
<b>6.6.1 Resultados .....</b>	<b>45</b>
6.7. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	51

6.7.1 Resultados não esperados .....	53
<b>7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>54</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>
<b>9. APÊNDICES .....</b>	<b>60</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Em 2018 cerca de 285 milhões pessoas possuem algum tipo de deficiência visual, deste total temos uma parte significativa (cerca de 39 milhões) de pessoas cegas (OMS,2018). Além dos dados apresentados pelos números, temos atualmente no Brasil a Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, que garante as pessoas com deficiência sua efetiva integridade social seja ela na educação, na saúde, na área da formação profissional e do trabalho, na área de recursos humanos ou na área de edificações. Tal lei versa sobre os valores básicos da igualdade de tratamento e oportunidade, da justiça social, do respeito à dignidade da pessoa humana, do bem-estar, e outros, indicados na Constituição ou justificados pelos princípios gerais de direito como o próprio texto afirma.

Um de seus principais pontos, encontra-se no artigo 2º, que fala sobre o incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico em todas as áreas do conhecimento relacionadas a pessoa com deficiência, ressaltando a necessidade de desenvolvimento de pesquisas nesta área.

Apesar de existir uma lei, a realidade se mostra diferente, pois para o deficiente esta inclusão não ocorre como está disposto nesta lei, ainda há muitas escolas (cerca 74%) sem infraestrutura adequada, faltam empresas que sigam os procedimentos de recursos humanos de acordo com o disposto em lei, assim como a contratação de pessoas com deficiência. A parte que envolve o incentivo ao desenvolvimento de pesquisas e tecnologias na área ainda são escassas, pois quase não se têm recursos (principalmente financeiros) para que o desenvolvimento seja levado adiante. (SEMIS, 2017)

Seja por conta da sociedade que não gera essa integração plena do deficiente ou por parte do Estado que não fiscaliza e se faz cumprir a lei. Mesmo sendo um dos maiores países nos esporte paraolímpicos, nossa estrutura deixa muito a desejar quando se fala sobre o apoio a essas pessoas nas áreas sociais, educacional e tecnologia assistiva de baixo custo (financeiramente acessível). (SEMIS, 2017)

No Estado do Pará, principalmente em cidades do interior, o deficiente visual não consegue encontrar na maioria das vezes a acessibilidade devida, seja em lojas ou edifícios públicos municipais, raramente encontra-se uma estrutura que siga os padrões exigidos pelas normas e de acordo com a lei, o deficiente muitas vezes se

depara com escadas, portas e a falta de identificação de cômodos e objetos são os maiores empecilhos para estas pessoas. A pessoa com deficiência para encontrar algum amparo por parte do Estado deve residir na capital ou se deslocar para a mesma para obter auxílio ou encontrar núcleos de apoio para pessoas com deficiências. (G1 PA, 2016)

Atualmente tecnologias são desenvolvidas para uma integração efetiva de pessoas com necessidades especiais na sociedade. Também foram desenvolvidas diretrizes, bases e leis com intuito de garantir essa inserção. Esse fato torna o desenvolvimento de tecnologias e métodos essenciais para a vida cotidiana dessas pessoas e torna-las o mais independente possível.

É possível adquirir relógios, calculadoras e celulares que possuem algum tipo de adaptação para o deficiente, porém o acesso as lojas ainda é difícil, mesmo quando há produtos adaptados, as pessoas cegas ainda encontram muita dificuldade em adquiri-los (HOGETOP e SANTAROSA, 2012). Existe pouca ou nenhuma adaptação nas lojas que permitem que o deficiente visual possa explorar os ambientes e realizar suas compras de forma independente. Somente no Brasil em 2010 cerca de 3,6% da população tem algum tipo de deficiência visual, o que torna um mercado ainda pouco explorado pela indústria e comércio, já que tal número representa mais de 7 milhões de pessoas que precisam ou irão precisar de uma tecnologia que possa assisti-las, uma fatia significativa do mercado que pode render um bom faturamento (IBGE,2010).

Uma possibilidade de tecnologia assistiva para deficientes visuais deve envolver o tato e audição, (sentidos muito usados por pessoas com esse tipo de deficiência), tecnologias que reproduzem sons ou sintetizam texto em voz como também o Braille, que utiliza o tato para que o deficiente consiga ler, são mais impactantes para vida dessas pessoas. (HOGETOP e SANTAROSA, 2012)

Assim, é interessante o desenvolvimento de tecnologias que envolvam ambos os sentidos (tato e audição) e que possa ser utilizado no cotidiano, de forma a auxiliar na realização de tarefas que para outras pessoas que não possuem esse tipo de deficiência possa parecer relativamente simples, mas que para os deficientes visuais podem acabar se tornando uma situação muito desconfortável.

Segundo números da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS, 2009), do Ministério do Trabalho, houve um crescimento de 32% de PCD (Pessoas Com Deficiência) no mercado. Em 2009 havia 289 mil empregados, 2014 ficou com 381



mil. Em 2015, foram criadas 42 mil vagas, a maioria concentrada em São Paulo, com 11 mil postos de trabalho.

Infelizmente tais números ainda são pequenos, pois o país se encontra com 9,3 milhões de PCD na categoria da Lei de Cotas, para apenas 827 mil vagas abertas. Em pesquisa realizada pela empresa Talento Incluir para o jornal eletrônico O Globo (2016), empresa especializada no mercado de trabalho voltado para PCD diz que 56% dos 4319 entrevistados dizem que a área de Recursos Humanos das Empresas das empresas não está preparada para recebe-los.

Por outro lado segundo (Censo Demográfico: Pessoas com deficiência, 2010) pesquisas realizadas pelo IBGE em 2010 e 2013, foi verificado que pessoas com deficiência recebem cerca de 11% menos que a força de trabalho realizada por pessoas sem deficiência no Brasil, dessa porcentagem deficientes visuais foi a mais frequente. As pesquisas também mostraram que 46% dos deficientes recebem até um salário mínimo contra 37,1% do restante da população o que representa mais de 9 pontos percentuais entre os dois grupos.

Tendo em vista este problema com a renda obtida pelas pessoas com deficiência, mesmo não sendo um objetivo direto deste trabalho, se faz oportuno o uso de tecnologias de baixo custo para essas pessoas. De tal forma a fazer com que a indústria se interesse pela produção e pesquisa de tecnologias assistivas.

Tendo em vista tal realidade, como é possível uma pessoa com deficiência, em especial as com deficiência visual, conseguir realmente fazer parte da sociedade? Como ela conseguirá realizar as tarefas do cotidiano sem a ajuda de terceiros? O simples ato de realizar compras em uma loja ou supermercado pode tornar a vida dessas pessoas muito mais complexa.

É possível melhorar essa falta de inserção utilizando-se de tecnologias, que de uma maneira eficiente integrem a pessoa com deficiência visual de forma natural e prática. Tal tecnologia deve fazer com que os movimentos e gestos sejam o mais próximo possível de movimentos realizados por pessoas sem deficiência.

## 1.1 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma ferramenta capaz de auxiliar a pessoa com deficiência visual a realizar tarefas de seleção como as realizadas em atividades de compras, disponibilizando informações referentes aos produtos.

Tendo como objetivos específicos os seguintes pontos:

- Propor uma arquitetura/modelo de sistema que auxilie a pessoa com deficiência na seleção de itens para compra de produtos;
- Construir um dispositivo embarcado que permita a implementação do modelo proposto;
- Desenvolver uma aplicação que interaja com o dispositivo embarcado integrando o sistema com a base de dados do ambiente de aplicação;
- Realizar estudo de caso envolvendo a realização de compras por pessoas com deficiência visual fazendo uso de um dispositivo.

## 2. TECNOLOGIAS PARA O AUXÍLIO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA

Existem diversos tipos de classificações de acordo com o tipo de deficiência e seus graus, bem como tecnologias assistivas que abrangem cada tipo de deficiência (as vezes podem abordar mais de um tipo). Muitos tipos de deficiência podem ser amenizados com o uso de tecnologias. Neste capítulo serão abordados os graus de deficiência, bem como como tecnologias assistivas que possibilitam o auxílio do deficiente e em específico o deficiente visual.

### 2.1 DEFICIÊNCIA

Conforme o Relatório Mundial Sobre a Deficiência produzido pela Organização Mundial de Saúde (OMS,2012), quase todas as pessoas possuem ou terão algum tipo de deficiência durante a vida, seja ela permanente ou temporária. A deficiência é algo complexo, dinâmico, que aborda várias dimensões, e questionável.

Araújo e Ferraz (2010) definem como sendo deficiência qualquer limitação humana, que a priori definiria toda a espécie humana, pois os seres humanos são todos dotados de limitações por natureza. Então os autores tratam esta limitação como algo imposto pela sociedade como barreiras que impedem o desenvolvimento pleno.

A Convenção que trata sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência que foi adotada pela ONU em 2007 (NATIONS UNITED, 2007), mas somente entrou em vigor em maio de 2008, trata em seu primeiro artigo o seguinte texto sobre o conceito de Deficiência:

*Pessoas com deficiência são aquelas que tem impedimentos de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas (ONU,2007).*

O CIF (Classificação Internacional de Funcionalidade) pertence a um conjunto de classificações internacionais desenvolvidas pela OMS. Assuntos relacionados a saúde (perturbações, doenças, lesões, etc.) são classificados pela Classificação Internacional de Doenças na sua décima revisão (CID-10). Enquanto a funcionalidade e Incapacidade associados aos estados de saúde são Classificados na CIF (OMS,2001).

Segundo Buchalla (2005), a Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF) tem por objetivo descrever incapacidades que estão relacionadas às condições de saúde, gerando identificação sobre o que uma pessoa “consegue ou não realizar em sua vida cotidiana”, tendo por medida todos as funções dos órgãos, bem como também os sistemas e estruturas do corpo, desse modo também se leva em consideração as limitações das realizações de atividades e participação social no meio ambiente onde a pessoa se encontra.

## 2.2 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

Segundo LOPES e DEMARCHI (2015), a Tecnologia Assistiva é uma área do saber, que possui a característica interdisciplinar, que envolve produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que tem por objetivo promover a funcionalidade, direcionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

A medida que tais autores falam sobre do que se trata tecnologias assistivas, MANZINI (2005) diz que os recursos da tecnologias estão bem próximos do cotidiano e por isso seu impacto por diversas vezes passa despercebido. Ele exemplifica utilizando um aparelho de surdez, algo comum para pessoas com deficiência auditiva, que muitas vezes as pessoas não se dão conta da tecnologia que está sendo utilizada e permite tal função.

Para Bersch (2008) a tecnologia caminha para tornar a vida das pessoas mais fácil e que sem perceber as pessoas utilizam ferramentas que tornam tarefas cotidianas muito mais simples e ágeis. Por essa razão as Tecnologias Assistivas devem ser compreendidas como um auxílio que irá permitir o aumento de uma habilidade funcional com deficiência ou possibilitará a realização da função desejada e que se encontra impedida por ocorrência de deficiência ou mesmo por envelhecimento.

As Tecnologias Assistivas para Bersch(2008) tem por objetivo proporcionar para a pessoa com deficiência maior independência, inclusão na qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho.

A Classificação das Tecnologias Assistivas, para Bersch, é organizada em 12 tipos:

- Auxílios para a vida diária e vida prática
- CAA - Comunicação Aumentativa e Alternativa
- Recursos de acessibilidade ao computador
- Sistemas de controle de ambiente
- Projetos arquitetônicos para acessibilidade
- Órteses e próteses
- Adequação Postural
- Auxílios de mobilidade
- Auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas.
- Auxílios para pessoas com surdez ou com *déficit* auditivo
- Mobilidade em veículos
- Esporte e Lazer

### 2.3 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS PARA DEFICIENTES VISUAIS

Existem aplicativos capazes de extrair informações de itens de supermercado ou identificar objetos em museus para tentar conseguir dar uma certa autonomia a pessoa com deficiência. Tais informações são obtidas por meio de aplicações conectadas a um banco de dados, que quando solicitado uma informação, o mesmo retorna dados já processados para o smartphone ou sistema embarcado (SILVA et al, 2015).

Outros aplicativos desenvolvidos, por exemplo, para exercícios físicos detalhados em áudio, que permitam que usuário que possuem visão perfeita possam descrever o mundo através da câmera de um smartphone para uma pessoa com deficiência visual, que dessa forma “emprestam” seus olhos, são tecnologias que permitem realizar tarefas do cotidiano (SILVA et al, 2015).

Atualmente existem algumas tecnologias assistivas que auxiliam a pessoa com deficiente visual, possibilitando o reconhecimento de comandos de voz no “smartphone”, bem como retorno de respostas a estes comandos por meio da conversão de textos em voz. Com isso o deficiente visual pode através do seu celular

acessar informações internas ou externas (Internet) de forma independente (SILVA et al, 2015).

Como exemplo podemos citar o trabalho publicado por JUNIOR (2012), descreve o uso de QR Code<sup>1</sup> para o auxílio da pessoa com deficiência para a escolha de vestuário no cotidiano, significa um avanço muito grande no reconhecimento de objetos para deficientes visuais, porém dependendo do grau de deficiência ou mesmo como tal foi desenvolvida (no nascimento ou ao longo de sua vida), poderá haver complicações no uso desta ferramenta por conta do alinhamento da câmera para que possa focar no código.

Já Barros (2014), apresenta o trabalho que consiste em auxiliar pessoas com deficiência visual a imergirem na criação e programação da robótica, utilizando robôs de baixo custo, sua programação é feita através de cartões de papel com diversos formatos e contando com QR Code que é lido e processado por um câmera de celular.

Nesse projeto através de cartões identificados por Braille, é possível inserir códigos para programação através do QR Code também presente nos cartões que são lidos através de uma câmera, e assim podem ser inseridos na ordem para ser criada o código.

Do mesmo modo, em específico para pessoas com deficiência visual, há *softwares* para dispositivos móveis e computadores pessoais que permitem ouvir sua interação com o sistema operacional. O *Talk Back* do *Google*, segundo VINICIUS (2017), permite essa tal realização em aparelhos que possuem o sistema operacional Android, nesse aplicativo é possível converter o texto tátil em voz.

Outro exemplo de dispositivo é o relógio em Braille, que gera informações sobre o horário através de pontos táteis através de ímãs e um conjunto de pinos. Criado por uma empresa sul-coreana, o relógio batizado de *The Dot* permite inclusive a leitura de mensagens e uso de alguns aplicativos por meio de conexão com o *smartphone*. Segundo a matéria do site O Globo (2015), seu criador Eric Ju Yoon Kim, afirma:

*“Até agora, se você recebesse uma mensagem da sua namorada no seu iPhone, por exemplo, você tinha que escutar a assistente Siri lê-la naquela voz, que é impessoal — explicou ele. — Você não preferia ler a mensagem para si mesmo e escutar a voz da sua namorada na sua cabeça?”*

---

<sup>1</sup> Abreviação de Quick Response Code (Código de Rápida Resposta), que consiste em uma imagem legível por máquina com informações sobre um item ou produto. (CHANG, 2014)

O *Blind Tool* é uma ferramenta que permite através da análise de imagem obtida pela câmera com o qual o objeto é filmado e descreve ao usuário em áudio. Com isso o deficiente visual pode ter uma noção do que há na sua frente e assim decidir o que fazer em relação a este objeto, utilizando tecnologia de reconhecimento 3D. A ferramenta somente verbaliza o objeto quando há no mínimo 30% de certeza. FABREGAT (2016).

## 2.4 TRABALHOS CORRELATOS

O trabalho de JUNIOR et al (2015), traz o uso da tecnologia de *RFID*<sup>2</sup> juntamente com uma aplicação para *smartphone* e um software de conversação (*Google Talk*), visa possibilitar a realização de compras em uma loja de roupas por um deficiente visual.

O projeto consiste em um banco de dados em que é cadastrado informações referentes ao produto, estas por sua vez são passadas para o aplicativo que possui as funções de ler e escrever as informações, está última mediante uma senha já definida.

Quando aberto o aplicativo em um *smartphone* que comporte um sensor de *RFID*, o mesmo realiza a leitura de uma etiqueta especial a qual retorna um código e este é consultado (na base local do aplicativo) no banco de dados para retornar as informações referentes ao produto, por fim tais dados são convertidos em voz por meio do aplicativo *Google Talk* e em seguida retornado ao deficiente visual.

O trabalho em questão, evidencia o problema da ausência desse sensor nos *smartphones* de diversos fabricantes e modelos, por tal fato não será possível a utilização por diversas pessoas sem que antes haja a troca de seu *smartphone*. Nem todos os deficientes possuem condições econômicas para adquirir um *smartphone* com ótimas condições de desempenho. Outro problema encontrado no trabalho é a gravação das informações dos produtos localmente por meio do aplicativo, o que dificulta o trabalho para que estas informações sejam atualizada, como por exemplo, em casos que ocorram promoções ou mesmo a chegada de produtos novos, desta forma, ainda excluindo deficientes visuais do ambiente como um todo.

---

<sup>2</sup> RFID é uma sigla que vem do inglês e significa Radio Frequency Identification (Identificação por Radiofrequência). Ou seja, trata-se de um sistema de captura de dados que utiliza o sinal, frequência, de rádio para realizar tal tarefa. (ANJOS; OLIVEIRA; REIS, 2012)

Outro trabalho é o de MEDEIROS (2015), intitulado de *Sistema RFID complementar de piso tátil para localização de deficientes visuais em ambientes fechados*, que através do piso tátil desenvolvidos para deficientes visuais, o mesmo apresentou alguns sensores espalhados em pontos específicos para que possam ser coletadas informações a respeito do ambiente no qual ele se encontra.

A ideia consiste na instalação de *tags* no canto superior de um piso tátil, de modo que o deficiente visual possa tateá-la com a bengala, a partir desse momento é feita a aquisição dos dados e juntamente com um Microcontrolador é obtido informações por meio de áudio. Tais informações oferecem dados relevantes sobre o ambiente e opções a respeito de possibilidades de navegação difundidas por etiquetas que utilizam tecnologia de rádio frequência.

De acordo com outro trabalho correlato, temos o artigo Novel RFID and Ontology based Home Localization System for Misplaced Objects (Huynh et al. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2014), que trata do conceito de *Smart Home* (Casa Inteligente), traz o conceito de se utilizar o RFID para localização precisa de objetos na casa, com uma precisão de mais de 80% da localização de itens por meio de sensores e etiquetas que utilizem esta tecnologia. Através de informações obtida por sensores espalhados pela casa ligados a um servidor, é possível após de ter sido realizado o cadastro das etiquetas e sensores, localizar itens perdidos, sendo informados por um aplicativo no smartphone.

Por meio de um servidor WEB ligado a leitores *RFID* são colocadas etiquetas em itens como carteira, celular, bolsas etc. Vários leitores são espalhados pelo local (uma casa no estudo), que ficam constantemente realizando leitura, caso um objeto seja desejado ser encontrado por um usuário, pode-se acessar o servidor WEB por um smartphone ou computador e o servidor verificará qual leitor está conseguindo ler a etiqueta de rádio frequência, o servidor conhecendo a localização de cada leitor pode afirmar onde está cada objeto localizado por uma identificação única.

Com isso, para este trabalho vislumbra-se a utilização de elementos citados, bem como a correção de problemas encontrados, como por exemplo, a utilização de uma base de dados centralizada e integrada, e a não dependência de smartphones, utilizando conceitos como o do trabalho do piso tátil, de ARAÚJO (2015), e do smartphone para a localização de produtos ou prateleiras.



### 3. REFERENCIAL TECNOLÓGICO

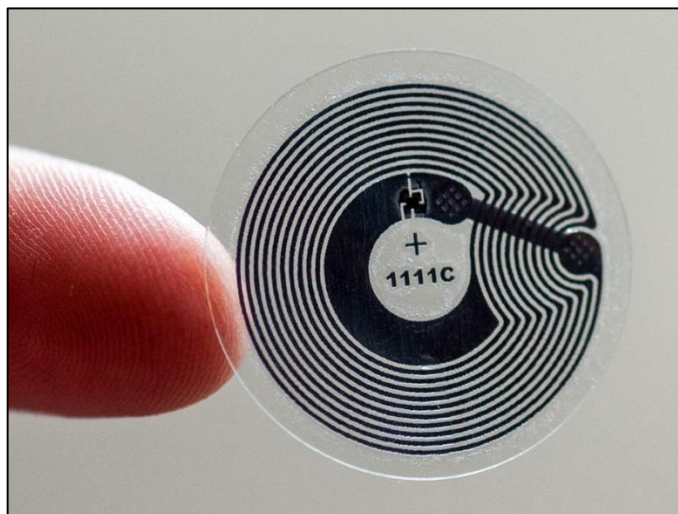
Neste capítulo são abordadas tecnologias que podem ou não serem utilizadas no projeto, entretanto, torna-se necessário seu estudo e entendimento para possibilitar uma melhor definição do modelo proposto.

#### 3.1 NFC

O NFC (*Near Field Communication* ou Comunicação de Campo Próximo) é uma tecnologia que permite comunicação sem fio que possibilita troca de dados mediante aproximação de dois dispositivos. Pode ser utilizada desde aplicações simples, até mesmo as mais críticas como por exemplo aplicações que requeiram sigilo de dados ou pagamentos no lugar de cartões de crédito ou “dinheiro vivo”. Sua utilização consiste na aproximação de dois dispositivos para que haja comunicação sem que o usuário necessite de senhas ou logins. (BRITO, 2012).

A figura 01 apresenta uma etiqueta NFC onde é possível ver os polos positivo e negativo, assim que o leitor gera o sinal de rádio frequência a etiqueta absorve a energia e retornar por rádio frequência o código contido nela.

Figura 1: Exemplo de Tag NFC



Fonte: <https://demonstracaoloja.lojaintegrada.com.br/none-12055596>

O NFC tem ganhado muita atenção principalmente nos sistemas operacionais moveis como o Android, a partir das versões 4.4 (KitKat) juntamente com ao aplicativo Android Pay, é possível realizar pagamentos ao invés de utilizar os meios comuns (dinheiro ou cartão), basta apenas aproximar o smartphone de um receptor.

Outra possibilidade em que foi identificada a utilização do NFC consiste em crachás para identificação de funcionários que permitem a entrada em empresas ou setores da mesma. (BRITO, 2012)

### 3.2 RFID

O RFID (*Radio-Frequency Identification*) é uma tecnologia desenvolvida para identificação por rádio frequência, armazenando informações através de dispositivos que são chamados de etiquetas RFID. Muito utilizados atualmente em cartões bancários e de crédito, chaves de automóveis, cartões magnéticos, etc. O RFID é uma solução pratica e de baixo custo, possibilitando sua utilização em larga escala. Suas Tags não necessitam de bateria, o que torna este tipo de tecnologia viável para processos de identificação. (CIRIACO, 2009).

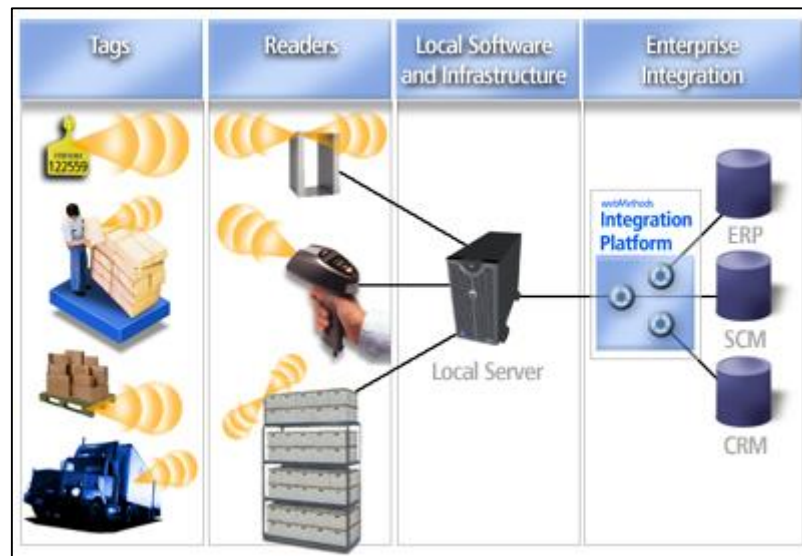
Existem dois tipos de etiqueta RFID, a primeira é definida como passiva, e faz uso de rádio frequência para transmitir seu sinal. Suas informações costumam ser gravadas permanentes quando oriundas de fábrica, porém há etiquetas programáveis. A segunda é a ativa, com custo mais elevado que as passivas, além de mais sofisticadas. Contam com uma bateria própria e conseguem transmitir seu sinal a uma distância razoável de alguns quilômetros.

A tecnologia RFID veio melhorar segmentos da indústria, veterinária, logística, saúde, etc. Ela ajuda a evitar roubos, gerir inventários, aumentar a produtividade, entre outras vantagens. (CIRIACO, 2009)

As chaves codificadas dos automóveis são um exemplo de onde podemos encontrar esta tecnologia no cotidiano. Animais também podem ser identificados por meio desta tecnologia em sua utilização passiva (que não requer fonte de energia) para localização.

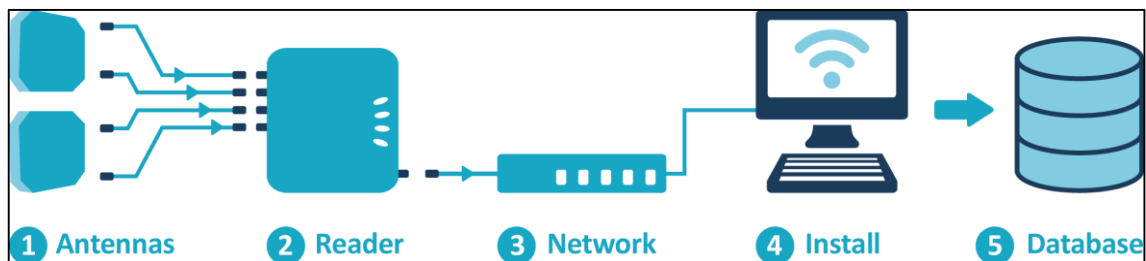
O RFID define qualquer sistema que utiliza radiofrequência como método de identificação, entretanto o mais comum é utilizar um microchip para armazenar a informação desejada. Na sequência as figuras 02 e 03 mostram um sistema de RFID dividido em camadas.

Figura 2: Funcionamento e divisão das funções do RFID



Fonte: [https://www.gta.ufrj.br/grad/12\\_1/rfid/links/funcionamento](https://www.gta.ufrj.br/grad/12_1/rfid/links/funcionamento)

Figura 3: Passo-a-passo de um sistema utilizando RFID



Fonte: <http://www.cabtecgti.com.br/blog/rfid/2014/08/o-que-e-rfid>

### 3.3 MICROCONTROLADOR

De maneira simplificada, podemos dizer que um microcontrolador é um dispositivo que engloba software e hardware. Através de programação (C ou Assembly, Java, etc.), é possível controlar o hardware para fazer funções específicas de uma maneira simples, flexível e robusto. Podemos também dizer que um Microcontrolador é um circuito semelhante a um microprocessador. Existem milhares de funções distintas, sempre atendendo a finalidade para as quais foram criados (PEREZ e ARENY, 2007).

O Arduino é uma plataforma para prototipagem eletrônica com seu hardware livre e placa única. O seu principal objetivo é criar ferramentas acessíveis e de baixo custo para as mais diversas utilizações a qual desenvolvedores, pesquisadores e estudantes não teriam acesso aos controladores mais sofisticados e de ferramentas

mais complexas. Por sua forma livre o Arduino, pode ser utilizado para o desenvolvimento de objetos interativos independentes, ou mesmo conectado a computadores (MCROBERTS, 2015).

Suas aplicações são praticamente ilimitadas, pois dependem basicamente das idealizações feitas, pelo desenvolvedor e pela arquitetura utilizada. Seus desenvolvedores são comumente conhecidos como *Makers*. (JORDÃO, 2011).

Considerando seu uso em indústrias ou empresas, proporcionam as mais variadas aplicações, podendo criar soluções que não existem no mercado para resolução de problemas, ou mesmo criar soluções de baixo custo, garantindo assim a funcionalidade da empresa de forma mais efetiva. Além de sua plataforma ser aberta, ou seja, é possível desenvolver projetos para fins comerciais (Dentro das limitações da licença). (JORDÃO, 2011).

Segundo Souza (2013) o principal componente do Arduino (versão UNO) é o microcontrolador ATMEL ATMEGA328, um dispositivo de 8 bits da família AVR com arquitetura RISC avançada e com encapsulamento DIP28.

Para Thomsen (2014) o Arduino possui uma quantidade enorme de sensores, alguns desses sensores que vem em placas chamadas módulos que podem conter outros componentes auxiliares como leds, capacitores resistores. Ainda temos o Shields que podem conter tais sensores, mas se diferenciam das placas, pois ao invés de soldados ao Arduino, essas placas possuem um encaixe compatível.

De acordo com Molloy (2016), o surgimento da plataforma Arduino proporcionou a criação de vários outros microcontroladores, entre estes podemos citar o ESP8266 NodeMCU, com um processador de 32 e com suporte à conexão 802.11.

Já Singh (2019 et al) afirma que este microcontrolador tem se tornado muito comum devido ao seu baixo custo e os recursos que garantem o desenvolvimento de aplicações para a Internet das Coisas (Internet of Things – IoT).

### 3.4 BANCO DE DADOS

Barcelar (2012) nos diz que dados são fatos que em sua forma primaria podem armazenados, tais como nome ou número de telefone. Tais dados quando organizados forma a informação que é algo que possui algum significado.

*Tendo essas informações, podemos constituir o conceito de banco de dados como sendo um conjunto de dados que devidamente relacionados capazes de apresentar uma informação (BARCELAR, 2012).*

Segundo o autor, um banco de dados deve apresentar as seguintes características:

- Deve ser projetado, construído e inserido com dados para um específico propósito;
- Representar algum aspecto no mundo real;
- Possuir um conjunto pré-definido de usuário e aplicações;

Para Medeiros (2013) o banco de dados é uma representação dinâmica, visto que os dados podem sofrer alterações de tempos em tempos. Ele descreve o banco de dados como uma “imagem” do mundo real que se constitui de objetos, relações entre esses objetos e eventos. A partir dessa imagem o Banco de Dados tem condições de fornecer informações. Medeiros (2013) também afirma que um banco de dados deve seguir 3 princípios, sendo eles:

- Redundância: Cópias das informações;
- Inconsistência: Um banco de dados não deve apresentar dados inconsistentes, ou seja, dados que divergem entre si.
- Integração;

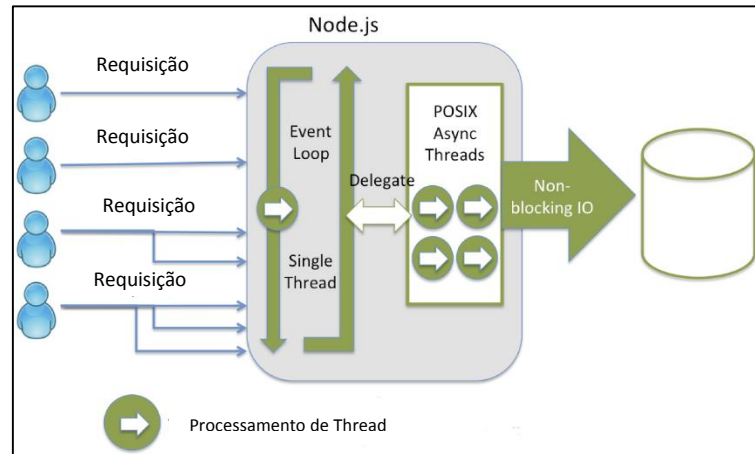
Neste trabalho, não há intenção de criar um banco de dados, mas uma integração com um banco já existente no ambiente almejado para a realização de testes como poderá ser visto em capítulos adiante.

### 3.5 NODE JS

Segundo Gonçalves (2015) o Node.js é uma plataforma que utiliza o Java Script com o propósito de desenvolver aplicações para servidores, utilizado preferencialmente para aplicações que possuem milhares de simultâneas conexões. Sua tecnologia é do tipo Open-Source e multiplataforma.

Criado em 2009 por Ryan Dahl, o Node Js vem ganhando uma grande adoção por parte de grandes empresas (Walmart, LinkedIn, Paypal, etc). O Node Js roda de forma assíncrona com I/O não bloqueante, apesar de utilizar uma única Thread, as Operações de I/O são feitas pelas Threads do próprio S.O.

Figura 4: Funcionamento do Node Js



Fonte: Adaptada de <https://strongloop.com/strongblog/node-js-is-faster-than-java>

## 4 . METODOLOGIA

Neste capítulo serão abordados os tipos de pesquisa, bem como, o enquadramento para o trabalho, expondo também a metodologia utilizada para seu desenvolvimento.

### 4.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA

Para Andrade (2010), a pesquisa é o conjunto de procedimentos sistemáticos, fundamentado no raciocínio lógico, que visa descobrir soluções para problemas propostos, mediante a utilização de métodos científicos.

Os tipos de pesquisa são classificados por Andrade (2010) em categorias:

Quanto a Natureza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode se constituir em um trabalho científico original ou em um resumo do assunto;</li> <li>• Tipo mais comum de pesquisa utilizada nos cursos de graduação;</li> <li>• A diferença entre trabalho científico original e resumo do assunto, se diferenciam não nos métodos adotados, mas nas fins da pesquisa;</li> </ul>
Quanto aos Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode-se classificá-la em exploratória, descritiva e explicativa;</li> <li>• Pesquisa exploratória: proporcionar maiores informações sobre apontado assunto; definir objetivos; facilitar a delimitação de um assunto ou trabalho. Em suma, este tipo de pesquisa serve para a maioria dos casos, servir como um trabalho preliminar ou preparatório para outro tipo de pesquisa;</li> <li>• Pesquisa descritiva: São observados fatos, registrados, analisados, classificados e interpretados, sem que o pesquisador interfira neles.</li> </ul>

	<p>Uma de suas características é a técnica padronizada da coleta de dados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa explicativa: Tipo mais complexo, além de registrar, analisar e interpretar os fenômenos estudados, tenta identificar seus fatos que determinaram, ou seja, suas causas. Esta pesquisa objetiva encontrar o “porquê” das coisas, aprofundando o conhecimento da realidade e por isso está mais sujeita a ter erros. Porém, é esta quem fundamenta o conhecimento científico com o resultado das pesquisas explicativas.</li> </ul>
Quanto aos procedimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maneira pela qual se obtém os dados que são necessários, permitem estabelecer a diferença entre pesquisas de fonte e pesquisa de campo.</li> <li>• Na modalidade de fonte integram-se a pesquisa bibliográfica e a documental. A primeira utiliza fontes secundárias (livros e outros documentos bibliográficos, enquanto a segunda utiliza documentos que ainda não foram utilizados em nenhum estudo ou pesquisa.</li> <li>• A pesquisa de campo tem em foco a observação dos fatos exatamente como ocorrem na realidade.</li> </ul>
Quanto ao Objeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podem ser: bibliográfica, de laboratório e de campo.</li> <li>• A pesquisa bibliográfica pode ser tanto um trabalho independente quanto como ser um passo inicial de uma outra pesquisa.</li> <li>• A pesquisa de laboratório não significa que seja</li> </ul>



	<p>experimental (embora a maioria das pesquisas de laboratório sejam). Em laboratório o pesquisador pode produzir, instigar e reproduzir fenômenos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A pesquisa de campo consiste basicamente em realizar o próprio experimento em loco.</li> </ul>
--	---

O presente trabalho fez uso de uma pesquisa categorizada quanto ao seu procedimento e quanto a objetos, uma vez que se utilizou tanto da pesquisa de campo quanto pesquisa de laboratório para a realização dos objetivos propostos. Para tanto será desenvolvido um protótipo, posteriormente realizar experimentos em campo e analisar os resultados obtidos, a fim de verificar se estes correspondem ao esperado, e sempre que necessário trabalhar no aprimoramento do dispositivo.

Quanto a natureza de pesquisa, este trabalho se enquadra como trabalho científico original, pois não se trata de um resumo de vários autores, mas sim inspiração em outros trabalhos para a construção de algo novo.

Quanto a objetivos esta pesquisa se caracteriza como exploratória, pois busca pesquisar mais informações sobre determinado assunto a fim de se chegar a um consenso para construir o protótipo.

Em relação aos procedimentos, esta é uma pesquisa de campo, pois observa o ambiente dos deficientes visuais para verificar como funciona o cotidiano dessas pessoas, ação que tem a finalidade de entender como se dá a realização de compras para uma pessoa com necessidades especiais.

E por fim, os objetos utilizados evidenciam uma pesquisa em campo, já que a realização dos testes e funcionamentos do disposto serão aplicados no ambiente ao qual se almeja resultados, e que não sofre controle.

#### 4.2 METODOLOGIA UTILIZADA

Para a realização do trabalho, o mesmo foi dividido em 7 etapas, objetivando uma melhor organização e a criação de um cronograma mais preciso.

A primeira parte consistiu no levantamento bibliográfico, por meio deste procedimento buscou-se subsídios para melhor entendimento da realidade da pessoa com deficiência, com especial atenção ao deficiente visual. Verificou-se também as

tecnologias existentes para determinar quais seriam as mais adequadas para a criação do modelo/arquitetura proposto pelo trabalho.

A segunda fase foi realizada como um complemento da primeira, sendo composta pelo levantamento de trabalhos correlatos ao projeto a ser desenvolvido. Identificando projetos que se assemelham aos objetivos propostos, verificando-se quais as características destes, suas tecnologias utilizadas e possíveis problemas em sua utilização. Após a coleta de dados realizada nas duas primeiras etapas, obteve-se elementos suficientes para construção do modelo.

Após estudo das possíveis tecnologias disponíveis e de trabalhos correlatos, a terceira etapa do trabalho consistiu na elaboração de um modelo/arquitetura próprio. Obtendo-se um modelo original com uma nova abordagem para o problema, mesclando tecnologias e técnicas expostas em outros trabalhos e buscando preencher lacunas dos mesmos.

Na quarta etapa foi realizada a construção do sistema proposto através da implementação do dispositivo embarcado e desenvolvimento de uma aplicação de integração com a base de dados. Como parte imprescindível, foram realizados testes em laboratório, pois através desses são possíveis, identificar problemas, erros de código e alguma situação imprevista. Ainda nesta fase, testes preliminares foram realizados no próprio ambiente (supermercado) com uma pessoa com deficiência. Este processo teve como objetivo identificar possíveis problemas na utilização tanto do protótipo, quanto de preparação e adequação do ambiente, estratégias de varreduras nas estantes, além de serem testadas e analisadas a verificação de possíveis erros durante a utilização do protótipo.

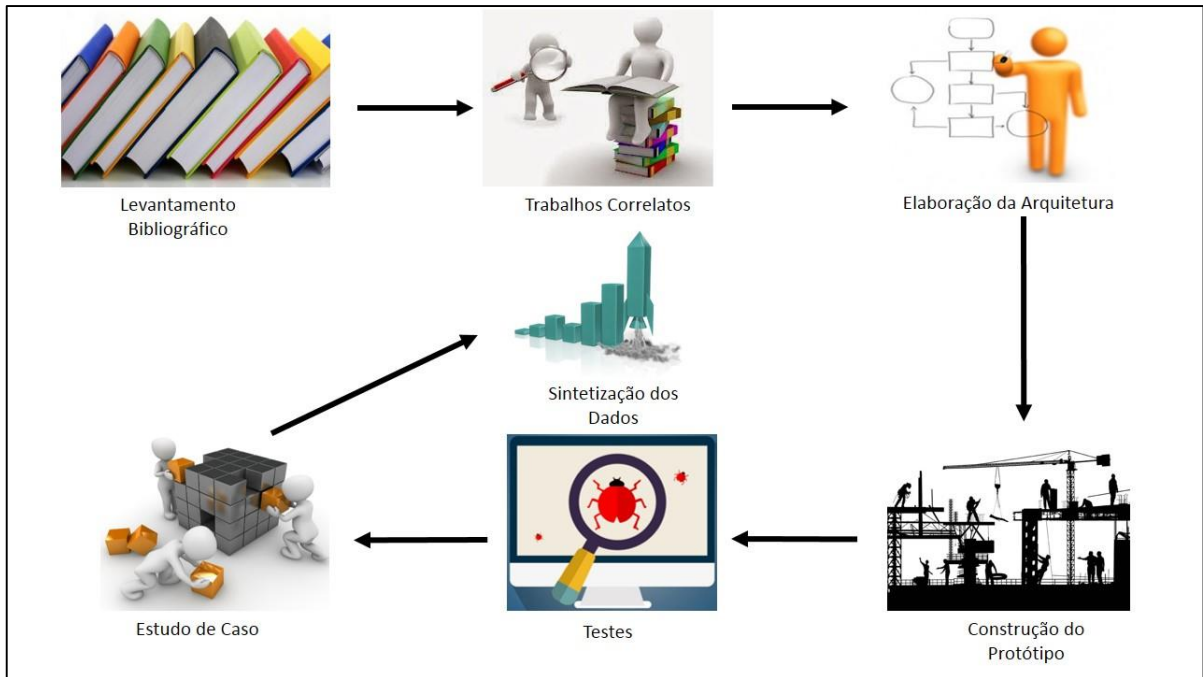
A quinta etapa baseou-se na estruturação e aplicação de um estudo de caso em ambiente real, com coleta de resultados comparativos da realização das atividades propostas, com e sem a utilização do equipamento. Neste processo os dados obtidos foram referentes ao tempo em que o deficiente levou para concluir os procedimentos, bem como, a correta seleção de itens (precisão). Vislumbrando também uma auto avaliação a respeito da utilização do equipamento.

Na sexta etapa, os dados coletados na etapa anterior, após analisados e verificados, foram organizados e apresentados através de planilhas e gráficos, facilitando a visão das conclusões a respeito do projeto.

Na sétima e última etapa, os resultados obtidos foram analisados e processados, possibilitando a apresentação dos resultados alcançados. Permitindo

também a verificação de necessidade de melhorias e/ou possíveis novos cenários de aplicação, considerando a apresentação de possíveis trabalhos futuros.

Figura 5: Resumo da Metodologia



Fonte: Elaborado pelo Autor

## 5 . MODELO E ARQUITETURA

Neste capítulo inicialmente será caracterizado o ambiente de aplicação para realização dos testes, apresentado o modelo proposto e discutido questões relevantes sobre as possíveis arquiteturas. Expondo os requisitos identificados e forma de atendê-los.

### 5.1 AMBIENTE DE APLICAÇÃO

O ambiente vislumbrado para criação do modelo trata-se de um típico supermercado organizado através de estantes (figura 6), tal escolha se deve pôr está ser um atividades típica do cotidiano das pessoas e necessária na maioria das vezes, já que é considerada uma necessidade básica do ser humano (alimentação).

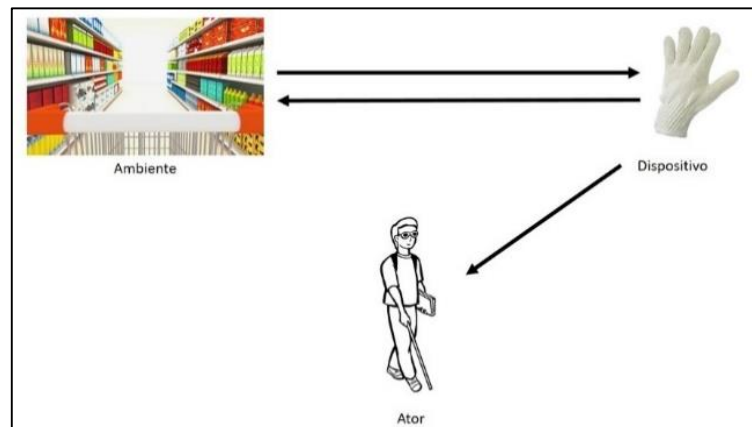
Figura 6: Ambiente de Referência



Fonte: Acervo Pessoal

A partir de um olhar abrangente, prevê-se a interação entre o dispositivo proposto e o ambiente, culminando com retorno ao usuário de informações a respeito do mesmo, funcionando como uma espécie de guia. O usuário utilizará o dispositivo para ampliar sua percepção.

Figura 7: Esquema da Ambientação

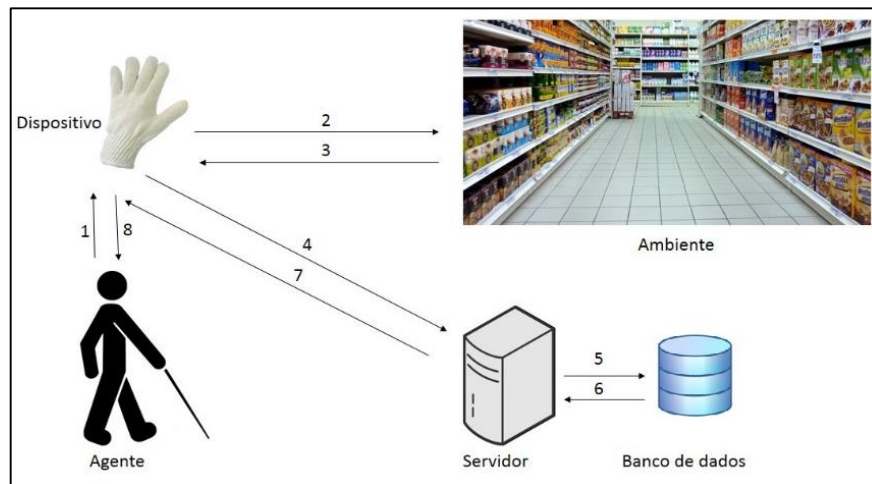


Fonte: Elaborado pelo Autor

## 5.2 MODELO PROPOSTO

Baseando-se nos parâmetros que envolvem a seleção de produtos (nome, marca, preço, peso, entre outros) em um supermercado, foram definidos alguns requisitos necessários para a construção de um modelo, tais necessidades incluíam a capacidade do sistema em verificar informações referente aos produtos diretamente na base de dados do estabelecimento, leitura por proximidade das etiquetas e facilidade de interação com o usuário. Por meio de tais requisitos e outros trabalhos que foram discutidos no capítulo 2, dos quais não atendiam todos os requisitos levantados, foi proposto um modelo de como o sistema deve se comportar durante sua execução. A figura 8 mostra o modelo criado e sua interação em cada etapa do processo.

Figura 8: Modelo



Fonte: Elaborado pelo Autor

Com a definição do modelo, percebe-se a necessidade de atender requisitos específicos, relacionados a forma de identificação dos produtos no ambiente e comunicação entre o dispositivo e o servidor de aplicação. Para atender tais requisitos o sistema necessitará de componentes como:

- Microcontrolador a ser programado;
- Sensores de RFID (passivos e ativos) para a leitura das Tags de NFC.
- Servidor de banco de dados para o cadastro dos produtos;
- Módulos de bateria para a utilização do sistema de modo que ele passe a ser móvel;
- Ambiente para a realização de testes;
- Comunicação Sem fio utilizando arquitetura TCP/IP;
- Sintetização de texto em voz;
- Streaming de áudio realizado na rede local.

### 5.3 ARQUITETURA

Considerando as tecnologias existentes e disponíveis, dentre inúmeras possibilidades de arquitetura para atingir os objetivos e atender aos requisitos deste trabalho duas opções de abordagem destacam-se: A primeira é baseada na inserção de etiquetas com a tecnologia RFID nas prateleiras das estantes (semelhante a precificação através de etiquetas com código de barras), o equipamento faz a leitura deste código e se conecta a um servidor de aplicação por meio de uma conexão sem

fiio (Wireless), utilizando o protocolo TCP/IP. O servidor receberá o código enviado pelo dispositivo (obtido por meio da etiqueta de RFID) , fará a integração com o banco de dados do ambiente de aplicação, retornando as informações a respeito do produto (nome e preço). Após, estas informações serão sintetizadas para voz e enviadas por meio de streaming para o dispositivo que irá reproduzir para o usuário; A segunda, assim como a primeira, inicialmente também faz uso das etiquetas de RFID, bem como o cadastro do código nestas, porém ao invés do uso de uma conexão com um servidor por meio da conexão sem fio, o dispositivo contará com maior capacidade de processamento e armazenamento de dados, com acesso e sintetização de voz localmente. Tornando-se também necessário a manutenção/atualização dos dados em cada dispositivo utilizado.

### **5.3.1 Considerações**

A primeira proposta apresenta uma arquitetura distribuída e dependente de uma conexão para que possa funcionar. Sendo necessário que a mesma tenha uma alta disponibilidade para que o dispositivo e servidor possam conectar-se com adequado tempo de resposta. Seu custo é a principal vantagem, já que os dispositivos de interação com ambiente necessitam de menos recursos de processamento e memória (poder computacional).

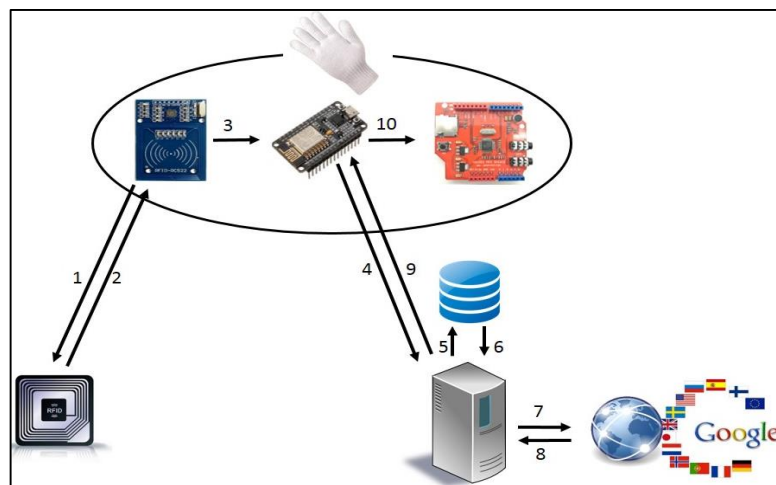
A segunda proposta requer uma arquitetura menos complexa de desenvolvimento, sem a necessidade de um servidor e conexão de rede. Entretanto, exige um poder computacional maior com considerável aumento de custo. Devendo ser analisado também a questão de carga e atualização das informações em cada dispositivo, sendo a falta de sincronização um problema, por fazer com que informações desatualizadas sejam exibidas.

Outro ponto, comum as duas opções apresentadas, é a necessidade de maior atenção ao processo de sintetização de voz, visto que não foram encontradas bibliotecas de código aberto que funcionassem de maneira satisfatória em um ambiente local. Durante as pesquisas observou-se também que muitas bibliotecas encontram-se descontinuadas (principalmente para língua Portuguesa) ou sem muitas informações de como utilizá-las. Por isso, considerou-se também a utilização de recursos online, tendo em vista uma melhor qualidade para o áudio de interfaceamento com usuário.

### 5.3.2 Arquitetura definida

Para implementação do modelo proposto, após análise das possíveis abordagens, a arquitetura selecionada consiste no uso de um dispositivo dotado de um leitor RFID, com o uso de etiquetas para marcação/sinalização dos produtos no ambiente. O mesmo utilizará um protocolo de comunicação para enviar as informações coletadas ao servidor, que por sua vez irá consultar a base de dados do ambiente (supermercado) recuperando nome e preço do item. Pela qualidade e atualização do interfaceamento optou-se pela utilização de um serviço on-line para conversão de texto em áudio, trazendo a necessidade de conexão do servidor de aplicação com a internet. Após esta síntese o áudio será enviado via streaming de dados para o dispositivo que reproduzirá para o deficiente. A arquitetura proposta é apresentada na figura 09.

Figura 9: Arquitetura



Fonte: Elaborada Pelo Autor

Na ilustração acima (Figura 9), podemos verificar o funcionamento da arquitetura proposta pelo trabalho enumerada de acordo com o fluxo de funcionamento, que são:

1. Indica o leitor MFRC-522 responsável pela leitura da etiqueta por meio da tecnologia de RFID;
2. A etiqueta possui a mesma tecnologia do leitor, mas funciona de forma passiva (neste caso não necessita de bateria) com capacidade de



- armazenamento de 1KB (Kilo Byte), retorna ao leitor o código nela armazenado;
3. O código obtido da etiqueta por meio do leitor é enviado ao microcontrolador NODEMCU;
  4. Através da tecnologia *Wifi* o Microcontrolador realiza o envio do código do produto para o servidor;
  5. O servidor recebe o código e realiza busca no banco de dados através da Linguagem SQL;
  6. O banco de dados, integrado ao sistema, retorna para o servidor informações sobre o produto em questão em formato textual;
  7. Com o resultado da busca o servidor irá acessar a rede externa (Internet) e utilizar o serviço TTS (Text to Speech) do Google para a conversão do texto em voz;
  8. Servidor receberá streaming de áudio que será direcionado ao Microcontrolador;
  9. O Microcontrolador receberá streaming de áudio para posteriormente encaminhá-lo a placa de áudio;
  10. Por fim, ao receber o streaming a placa de áudio irá reproduzir as informações de maneira audível, finalizando o ciclo de consulta retornando ao estado inicial de leitura do ambiente.

#### 5.4 PROTÓTIPO

A partir da arquitetura, foi construído um dispositivo protótipo utilizado no teste preliminar e no estudo de caso. Definiu-se para uso o microcontrolador NodeMCU, que possui acesso a rede por meio do padrão 802.11, ao mesmo tempo que permitisse a integração com uma placa (VS1053) para reprodução de áudio (no formato mp3) e outra com um sensor e leitor da tecnologia de RFID (MFRC-522) para leitura das etiquetas. A programação do microcontrolador, baseou-se na plataforma Arduino IDE. Os componentes de hardware foram-acoplados em uma luva, para que o usuário pudesse “vestir” este dispositivo, figura 9 mostra o dispositivo que foi construído.

Figura 10 Dispositivo acoplado a luva



Fonte: Acervo Pessoal

Além do dispositivo desenvolveu-se um sistema a partir da Linguagem *JavaScript* utilizando um ambiente de execução *server-side*. Através deste sistema foi possível efetuar a conexão com o banco de dados do ambiente, receber as requisições do dispositivo, realizar a conversão de texto em voz, fazendo uso da *api* do *Google* e logo em seguida enviar este áudio via streaming para o protótipo.

## 6. ESTUDO DE CASO

Para validação da pesquisa uma etapa fundamental é a realização do estudo de caso, que conforme a metodologia proposta consiste na realização de testes práticos de utilização do sistema proposto. Para tal, inicialmente foram definidas as atividades e variáveis avaliadas (capítulo 6.2), e decidido um roteiro de testes. Após, foi realizada a escolha do ambiente de aplicação e como seriam executados os testes juntamente com, a definição de quais dados poderiam ser analisados e coletados.

### 6.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO

O ambiente escolhido foi um Supermercado, por ser comum ao cotidiano das pessoas já que consiste principalmente na venda de alimentos, foi escolhido o estabelecimento: Supernorte Vila, localizado no município de Tucuruí. O estabelecimento possui rampas de acesso e estacionamento para pessoas com deficiência. Houve contato com a gerência do Supermercado para que fosse autorizado a realização do experimento. A figura 10 mostra a faixa do supermercado.

Figura 11: Frente do local de testes



Fonte: Acervo Pessoal

O supermercado possui vários corredores, os quais possuem várias estantes com determinados tipos de produtos (por exemplo: estantes de produtos de higiene e limpeza), além de um espaço com padaria, peixaria, horti fruit, entre outros. Logo na

entrada ficam localizados os caixas o qual os clientes efetuam o pagamento dos produtos adquiridos.

Durante realização dos testes, foi escolhida a estante na qual ficam localizados os biscoitos, tal escolha se deve pela similaridade destes produtos, pois em geral possuem o mesmo formato, tamanho e peso. Para que fosse possível uma verificação ampla e próxima do que ocorre nas situações do cotidiano, foi utilizado uma estante na qual sua prateleiras possuem a altura de 1,70 metros entre a base e a torre, tal base está a 12 cm acima do chão. A figura 11 mostra a estante utilizada durante os testes.

Figura 12: Estante utilizada nos testes



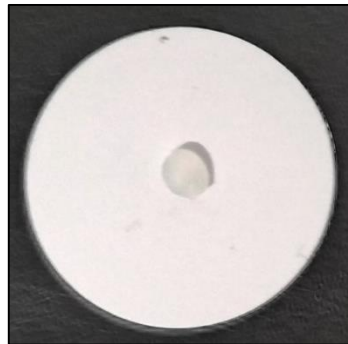
Fonte: Acervo Pessoal

O Supernorte Vila possui seus sistemas informatizados, incluindo seus caixas nos quais são passados os produtos e gerado o valor total junto com a impressão do cupom fiscal. Possui uma rede tanto cabeada como sem fio (Wireless) que garante acesso aos seus servidores, equipamentos de rede comunicação com a rede externa (Internet).

Outro ponto a considerar sobre o ambiente, foi a interligação com Banco de Dados do estabelecimento, por motivos de segurança, não foi possível utilizar o mesmo no projeto, porém foi cedido uma carga de dados com as informações dos produtos contendo um espelho das tabelas com informações dos produtos.

As tags foram posicionadas juntamente as etiquetas impressas que estão na estante e por cima destas foram colocadas um ponto com resina para se identificar que ali há uma tag que pode ser lida pelo protótipo. Desta forma o ambiente permanece inalterado, pois o posicionamento das tags não altera a ordem de como estes produtos se encontram no ambiente. A figura 12 mostra a etiqueta adaptada e utilizada durante os testes.

Figura 13: Tag (etiqueta) utilizada nos testes



Fonte: Acervo Pessoal

## 6.2 VARIÁVEIS

A definição de variáveis de ambientes é uma ação importante para a aplicação de processos durante a execução de testes, para tanto foram estabelecidas duas variáveis a serem analisadas: Tempo de realização e precisão.

A primeira, objetiva verificar o tempo em que as pessoas realizam os testes com, e sem a utilização do equipamento desenvolvido. Esse parâmetro é muito importante para se analisar, através dele é possível identificar e interpretar dificuldades no momento da seleção.

Por sua vez, a variável precisão leva em consideração se os produtos selecionados são os solicitados. Neste caso utiliza-se uma formula a fim de obter a porcentagem de acertos em ambos os cenários (com e sem a utilização do protótipo). Apresentada a seguir:

$$\sum = \frac{\text{numero de acertos}}{\text{numero de produtos}}$$

### 6.3 ROTEIRO

Após a definição do ambiente e variáveis a serem monitoradas estabeleceu-se um roteiro de referência afim de parametrizar a execução dos testes. Definiu-se que não haverá possibilidade de auxílio de terceiros durante a seleção, tal medida tornou-se necessário uma vez, que verificou-se que o objetivo da realização do estudo é garantir que o usuário possa realizar a seleção independentemente da ajuda de outras pessoas.

Para realização do estudo de caso as seguintes atividades foram planejadas:

1. Decidiu-se pela inclusão de pessoas sem deficiência na realização dos testes buscando ampliar a amostragem, visto que tais pessoas vendadas podem simular o que seria uma pessoa com deficiência visual recém adquirida.
2. Antes da realização dos testes, os participantes foram informados a respeito de como os procedimentos seriam realizados, desta forma cada participante ficou ciente do que se tratava a pesquisa, sua finalidade e as atividades que se seguiriam.
3. O procedimento consiste no posicionamento do indivíduo no início da sessão selecionada sendo lhe informado o produto de forma aleatória que o mesmo deve buscar, num total de 4 itens.
4. A busca de um item encerra-se quando o mesmo for apontado pelo participante, estando ou não correto, ou quando solicitado a desistência na busca.

#### 6.3.1 Protocolo de execução do estudo de caso

Para a realização dos testes, o ambiente deve ser preparado de modo que não possua obstáculos entre as etiquetas, o ideal é que tenha-se o mínimo de empecilhos na estante a fim de que o participante possa percorrer com sua mão sem dificuldade passando pelas tags. As tags devem ser colocadas junto as etiquetas dos produtos em uma posição que não prejudique a visão do nome e preço do produto, pois a ideia é agregar a pessoa com deficiência sem excluir as demais.

O aplicador deve orientar cada participante de como o teste se seguirá, com instruções sobre o funcionamento do dispositivo (seu manuseio e retorno esperado) e delimitação do espaço de realização dos testes.

Após posicionar o participante no início do espaço delimitado, o aplicador solicitará um item aleatório para que seja localizado, registrando horário a qual se iniciou e encerrou a busca e se o produto foi indicado corretamente ou se o participante desistiu da busca daquele item. Logo em seguida o aplicador deve selecionar outro item, repetindo os procedimentos.

Ao final de cada teste o participante responderá um questionário de avaliação social e usabilidade informando alguns detalhes do seu cotidiano e sua opinião acerca da realização do teste.

#### 6.4 TESTE PRELIMINAR

Com o intuito de promover uma ambientação com a ferramenta e verificar se a mesma atinge seus objetivos, bem como detectar aspectos de melhorias da mesma, foram realizados testes preliminares seguindo o protocolo de execução definido. Os testes aconteceram no Supermercado Supernorte, situado na Vila Permanente, na cidade de Tucuruí/Pará.

Este teste contou com a presença de um participante cego. Inicialmente foram colocadas as etiquetas nas prateleiras do supermercado, mantendo-se a organização e disposição do estabelecimento. Por conseguinte, o objetivo do participante era realizar a identificação dos produtos (neste caso bolachas recheadas distintas).

Cabe ressaltar que no dia anterior ao teste preliminar foram realizados testes básicos de conexões com o servidor remoto no ambiente de aplicação, juntamente com a verificação dos componentes e funcionalidade do dispositivo, com a gravação/classificação das tags utilizadas. Tendo sido também realizada a revisão do protocolo de aplicação.

A aplicação do teste seguiu rigorosamente os passos definidos no protocolo de execução a fim de verificar possíveis inconsistências, que possam não terem sido identificadas durante os testes iniciais em ambiente controlado (laboratório).

Após a realização do teste constatou-se que o participante conseguiu realizar os procedimentos previstos, tendo sido possível a identificação de fatores relevantes ao objetivo proposto, dentre os quais destacam-se a não ocorrência de falhas na

leitura das etiquetas, apesar da leitura ocorrer apenas quando quase do contato físico com a antena, e a necessidade de definição de uma estratégia de busca pelo participante, que ao percorrer aleatoriamente as prateleiras gastou tempo repetindo determinadas áreas, enquanto não visitou uma única vez outras áreas. Observou-se ainda certa dificuldade de acesso nas prateleiras superior e inferior, e que produtos pendurados entre uma estante e outra, dificultaram a identificação dos produtos, visto que o participante retirava a mão da prateleira “saltando” determinado espaço.

Em virtude dos resultados obtidos com o teste preliminar, fez-se necessário ações de melhorias relacionadas ao protótipo, bem como ao ambiente de testes. Para tanto, realizou-se alterações no código do equipamento para alcançar ganho máximo de potência da antena e adicionado aviso sonoro de um “beep” identificando a ocorrência de uma leitura. O ambiente também necessitou ser modificado com a retirada das “barreiras” que dificultavam a interação do participante (produtos pendurados entre uma estantes).

## 6.5 DESCRIÇÃO DOS PARTICIPANTES

Autores como Goncu e Marriot (2011) e Petit et al. (2008), observam a dificuldade na realização de pesquisa com Deficientes visuais devido a heterogeneidade deste grupo, essa diversidade gera diferenças fundamentais de características perceptivas, memória visual ou ainda acuidade em usar compensatoriamente os outros sentidos, entre baixa visão e cego, e em função da idade de perda da visão. Tendo em vistas tais fatores, pesquisas com deficientes visuais tendem a ser conduzidas com um número reduzido de participante.

Ainda, para definição do número de participantes utilizados no estudo de caso, considerou-se os princípios de Virzi (1992) e Nielsen (1994), autores amplamente referenciados nas áreas de testes de usabilidade e de software. Segundo Nielsen, a escolha de 5 pessoas permite mapear até 85% dos problemas de usabilidade. Já Virzi estabelece que é possível identificar até 90% dos problemas com um número de pelo menos 10 participantes durante a avaliação. Assim, optou-se pela criação de dois grupos com cinco participantes cada, totalizando 10.

A partir de parceria firmada com a Associação dos Deficientes Visuais e Amigos do Sudeste do Pará (ADVASP), que possui atuação voltada para promoção da qualidade de vida e auxílio de pessoas com deficiência visual, localizada no município



de Tucuruí/PA, através de sua coordenação foram selecionados cinco associados que manifestaram interesse e disponibilidade em participar dos testes práticos da pesquisa, todos cegos, cujo a perda da visão ocorreu em diferentes etapas de suas vidas. O perfil dos participantes associados a ADVASP é apresentado na tabela 1.

Tabela 1: Primeiro Grupo de Participantes

<b>Participante</b>	<b>Idade</b>	<b>Sexo</b>	<b>Cegueira/idade</b>
Participante 1	29	Feminino	0
Participante 2	26	Masculino	7
Participante 3	28	Feminino	14
Participante 4	21	Masculino	6
Participante 5	35	Masculino	12

A fim de simular o comportamento de pessoas na condição de cegueira adquirida recentemente criou-se um segundo grupo de participantes, videntes que foram vendados antes da realização dos testes, em número igual ao de participantes do primeiro grupo. A escolha deste grupo com pessoas simulando cegueira recém adquirida serve para buscar entender, as pessoas nesse nesta situação conseguem utilizar o sistema de maneira similar a pessoas que já estão habituadas. A tabela 2 mostra informações sobre seus participantes.

Tabela 2: Segundo grupo de Amostragem/Participantes

<b>Participante</b>	<b>Sexo</b>	<b>Cegueira</b>
Participante 1	Masculino	Simulada
Participante 2	Masculino	Simulada
Participante 3	Masculino	Simulada
Participante 4	Masculino	Simulada
Participante 5	Feminino	Simulada

## 6.6 EXECUÇÃO E COLETA DE DADOS

Buscando organizar a logística envolvida com transporte e disponibilidade de horários dos participantes a execução do estudo de caso foi realizada em três momentos, dia 17/04/2019 das 10:00 às 12:00 horas para o primeiro grupo (participantes associados a ADVASP) e dia 24/04/2019 das 10:00 às 11:00 horas e das 14:30 às 16:00 horas para o segundo grupo.

Para execução cada participante foi preparado com a instalação e instruções sobre o funcionamento do dispositivo, instruções acerca dos procedimentos metodológicos e com seu posicionamento no início da estante. A figura 13 ilustra um participante pronto para a execução do estudo de caso.

Figura 14: Execução do estudo de caso.



Fonte: Acervo Pessoal

Para cada participante a coleta de dados foi realizada em dois momentos, inicialmente pelo preenchimento de um formulário de avaliação, apresentado no apêndice A, realizado pelo avaliador durante a execução das atividades, e posteriormente pelo preenchimento do formulário social e usabilidade, apresentado no apêndice B, realizado pelos participantes logo após o encerramento de cada experimento. Os dados coletados são apresentados a seguir.

### **6.6.1 Resultados**

O tempo de execução das atividades realizadas pelos participantes foram coletados e organizados os dados nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Tempo de realização das atividades do primeiro grupo

	P1	P2	P3	P4	P5
ITEM 1	00:05:41	00:02:19	00:00:46	00:05:46	00:01:00
ITEM 2	00:03:13	00:00:39	00:02:07	00:02:07	00:02:30
ITEM 3	00:00:30	00:01:02	00:03:09	00:00:09	00:00:45
ITEM 4	00:01:35	00:02:15	00:01:25	00:01:25	00:01:42
<b>Média:</b>	00:02:45	00:01:34	00:01:52	00:02:22	00:01:29

Tabela 4: Tempo do segundo Grupo

	P1	P2	P3	P4	P5
ITEM 1	00:01:39	00:01:19	00:04:19	00:03:26	00:01:59
ITEM 2	00:02:39	00:01:52	00:02:56	00:01:18	00:00:23
ITEM 3	00:02:07	00:01:37	00:02:42	00:02:03	00:00:40
ITEM 4	00:00:56	00:01:35	00:00:58	00:01:42	00:00:15
<b>Média:</b>	00:01:50	00:01:36	00:02:44	00:02:07	00:00:49

No gráfico 1 e 2 são apresentadas as médias individuais e média geral do tempo de execução dos participantes do primeiro grupo.

Gráfico 1: Média de tempo de execução do primeiro grupo.

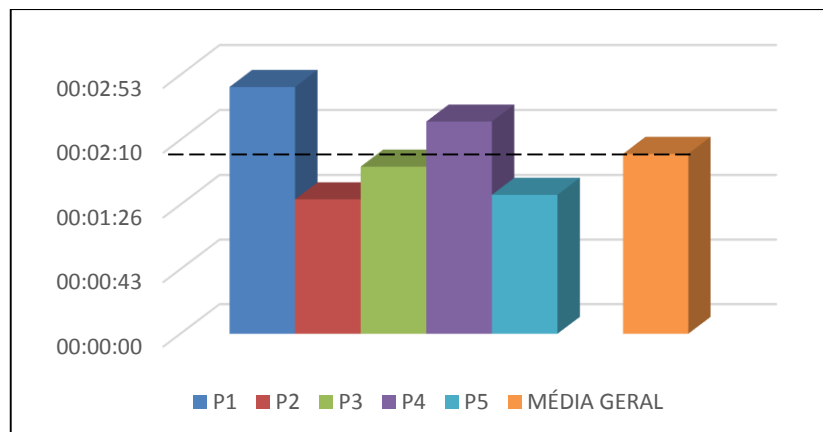
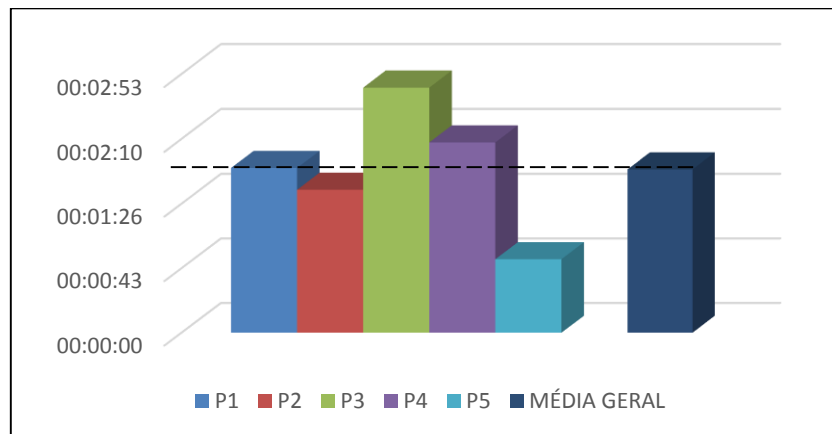
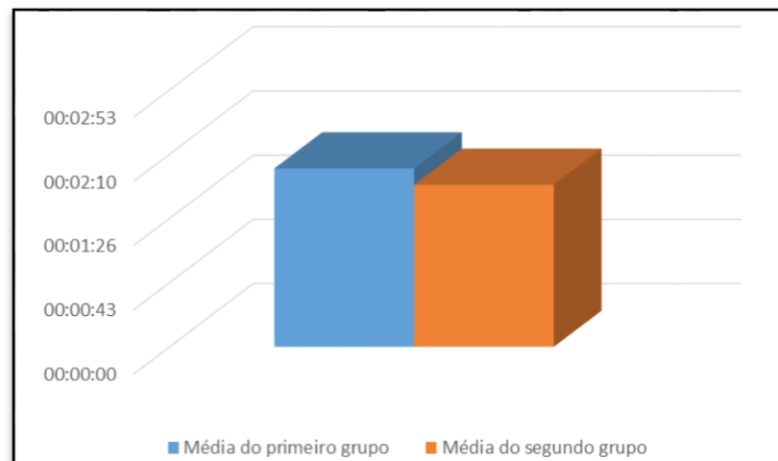


Gráfico 2: Média de tempo de execução do segundo grupo.



O gráfico 3 apresenta a comparação entre as medias dos dois grupos.

Gráfico 3: Tempo entre o primeiro e segundo grupo.



A respeito da variável precisão, foram obtidos os resultado acerca do número de acertos e erros de cada participante durante a busca por cada um dos itens. As tabelas 4 e 5 mostram estes dados e a porcentagem de acertos.

Tabela 5: Assertividade do primeiro grupo.

Participante	Item1	Item2	Item3	Item4
P1	✓	✓	✓	✓
P2	✓	✓	✓	✓
P3	✓	✓	✓	✓
P4	✓	✓	✓	✓
P5	✓	✓	X	✓

Tabela 6: Assertividade do segundo grupo.

Participante	Item1	Item2	Item3	Item4
P1	✓	✓	✓	✓
P2	✓	X	✓	✓
P3	✓	✓	✓	✓
P4	✓	✓	✓	✓
P5	X	✓	✓	✓

Nos gráficos 4 e 5 são apresentadas as porcentagens de acertos de cada participante e a média geral de cada grupo.

Gráfico 4: Assertividade Do Primeiro Grupo

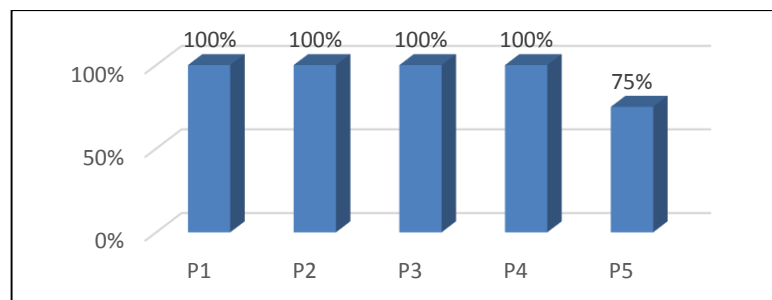
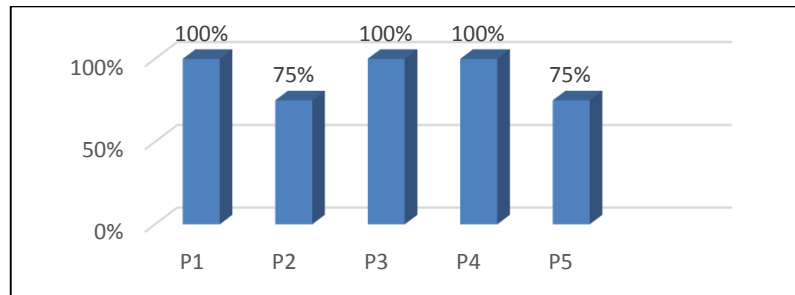
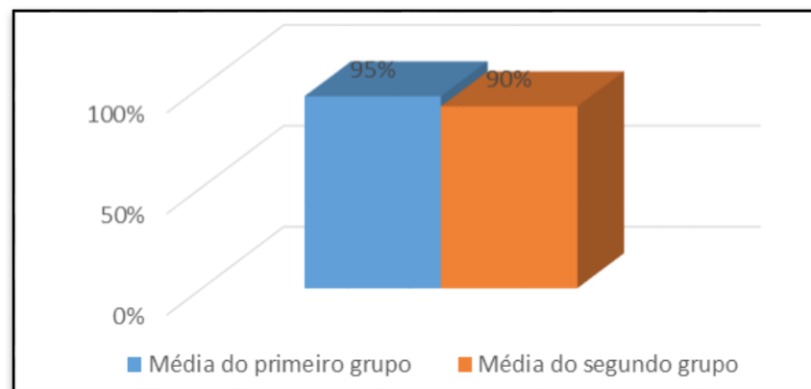


Gráfico 5: Assertividade do segundo grupo



No gráfico 6 é apresentada a comparação entre as medias de acertos entre os dois grupo.

Gráfico 6: Assertividade entre os grupos.



Através da aplicação do questionário de avaliação social e usabilidade foram coletadas impressões referentes a experiência de utilização, apresentadas na sequência.

As tabela 7 e 8 apresentam para ambos os grupos os dados obtidos de como os participantes classificaram a utilização do sistema.

Tabela 7: Experiência de utilização do primeiro grupo.

Participante	Avaliação
P1	BOM
P2	BOM
P3	EXCELENTE
P4	EXCELENTE
P5	BOM

Tabela 8: Experiência de utilização do segundo grupo.

Participante	Avaliação
P1	BOM
P2	BOM
P3	BOM
P4	EXCELENTE
P5	BOM

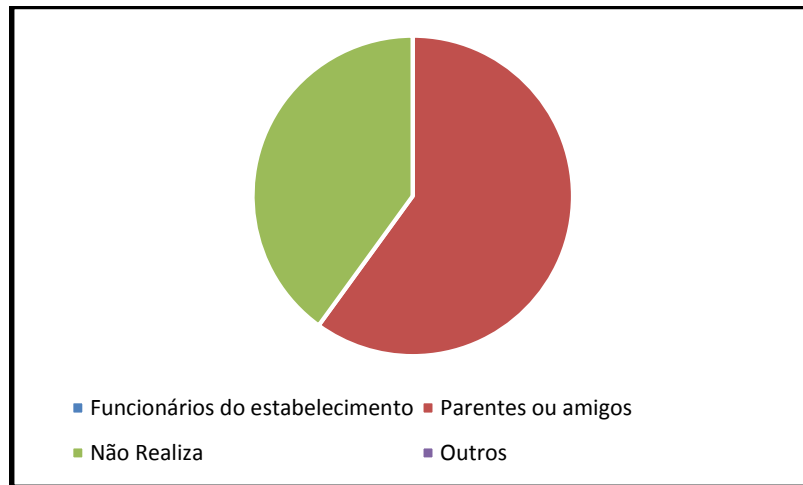
Para coleta das informações referentes a maneira que os participantes realizam compras em seu cotidiano o questionário de avaliação social e usabilidade contou com quatro opções de respostas: Realiza compras com ajuda de terceiros (funcionários do estabelecimento); Realiza compras com ajuda de terceiros (nestes caso com ajuda de amigos ou parentes); Não realiza compras; Outros, para casos dessa resposta não ter sido satisfeitas pelas primeiras opções. A tabela 6 mostra os resultados obtidos para o primeiro grupo.

Tabela 9: Comportamento em relação as compras no cotidiano.

Participante	Como são realizadas as compras?
P1	Não realiza compras.
P2	Realiza compras com a ajuda de amigos e/ou parentes.
P3	Realiza compras com a ajuda de amigos e/ou parentes.
P4	Não realiza compras.
P5	Realiza compras com a ajuda de amigos e/ou parentes.

No gráfico 9 são agrupadas as respostas acerca do comportamento em relação as compras no cotidiano do primeiro grupo.

Gráfico 7: Representação do comportamento em relação as compras.



Os dados do comportamento em relação as compras no cotidiano para o segundo grupo não foram coletados uma vez que o grupo não é composto por pessoas com deficiência, mas por videntes simulando cegueira recente. Assim, não trariam dados reais acerca do cotidiano de uma pessoa com deficiência visual.

## 6.7. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os primeiros resultados foram obtidos ainda durante a realização do teste preliminar, onde identificou-se a necessidade de uma estratégia na busca dos itens, porém isto não foi incluso no protocolo a fim de que o experimento se mostrasse o mais independente possível.

Após o teste preliminar o estudo de caso foi implantado e a coleta de dados realizada. Dentre as variáveis coletadas destaca-se a assertividade que nos permite aferir o efetivo funcionamento do sistema. Conforme demonstrado nas tabelas 5 e 6 e gráficos 4, 5 e 6, a maioria dos participantes obtiveram 100% de acerto, sendo o pior resultado registrado com 75% de acertos. Observa-se ainda que não houve diferença significativa entre os resultados dos dois grupos e que a média geral de acertos foi de 92,5%.

Ao total foram realizadas buscas de 40 itens, com apenas 3 erros de identificação. Dentre os possíveis fatores que geraram estes 3 erros, através da observação e diálogo entre avaliador e os participantes pode-se verificar que todos os erros foram gerados pela ansiedade do participante em dar a resposta antes da reprodução completa do áudio com a descrição do produto, tendo sido identificados



produtos similares, do mesmo fabricante mas com sabores diferentes. Tal constatação nos permite supor que com poucos ajustes na reprodução da descrição e com a inclusão de orientações a esse respeito antes da utilização do dispositivo a assertividade certamente seria de 100%.

Considerando ainda os resultados obtidos com assertividade pelos dois grupos (participantes cegos e participantes simulando cegueira recente) pode-se verificar a similaridade de desempenho, demonstrando que o perfil e a condição prévia dos usuários não é fator de influência para utilização do sistema.

Além da assertividade o tempo de realização das atividades é fator primordial para que se possa verificar a efetividade do sistema, cujos valores coletados estão apresentados nas tabelas 3 e 4 e nos gráficos 1, 2 e 3. O tempo médio geral entre os participantes dos dois grupos foi de 1 minuto e 55 segundos para seleção de 4 itens, gastando uma média de 29 segundos para cada item. Através de uma análise estatística utilizando o teste *t de Student*<sup>3</sup> com um significância de 0,05 (95% de certeza) podemos dizer que estatisticamente não há diferença significativa entre os grupos.

Outra importante questão que se apresenta através da análise dos tempos gastos individualmente e que colabora com a análise anterior onde conclui-se que a ansiedade contribuiu para a ocorrência dos erros, é a relação que se pode estabelecer entre tempo e assertividade, pois justamente os três participantes que cometeram erros foram os que gastaram menos tempo na realização das tarefas.

No geral, assim como ocorrido na análise da assertividade, a média do tempo gasto nos dois grupos também foi muito próxima, com apenas 11 segundos de diferença. Observa-se ainda que a ordem de sorteio dos produtos possa ter influenciado este resultado, uma vez que a posição de cada produto pode interferir no tempo de busca, como por exemplo, um produto que esteja na extremidade da estante em relação ao ponto de partida.

Através do questionário de avaliação social e usabilidade a opinião dos participantes acerca da experiência de utilização do sistema foi coletada, com dados apresentados nas tabelas 7 e 8. Observa-se que apesar do dispositivo embarcado tratar-se de um protótipo, em sua totalidade os participantes consideraram como

---

<sup>3</sup> Teste T de Student é um teste de hipótese que usa conceitos estatísticos para rejeitar ou não uma hipótese nula quando a estatística de teste (*t*) segue uma distribuição *t* de Student. (MARTINEZ, 2007)

excelente ou boa a experiência de uso, evidenciando que a utilização do sistema possa ser considerada eficaz.

Outra informação obtida pela aplicação do questionário de avaliação social e usabilidade, a partir dos dados apresentados na tabela 9 e gráfico 7, é de que os participantes cegos, integrantes do primeiro grupo, na sua maioria apenas realizam compras quando acompanhados, ou simplesmente não realizam compras. Questão que implica diretamente na dificuldade que é para a pessoa com deficiência realizar compras no cotidiano.

Um último ponto a ser observado foi percebido ainda no início do desenvolvimento do sistema durante testes em laboratório, que evidenciaram o fato de que a tecnologia de RFID é propensa a interferências em estantes metálicas. Visto que o metal interferiu nas leituras então realizadas, tornando necessária a adaptação de material isolante junto as etiquetas para eliminação da interferência.

### **6.7.1 Resultados não esperados**

Através da observação dos participantes durante a execução do estudo pode-se observar que a medida que iam realizando as atividades de busca seu desempenho melhorava. Fato que também pode ser observado através da análise dos tempos individuais, apresentados nas tabelas 3 e 4, onde observa-se que a busca do primeiro item em geral foi a mais demorada e que algumas buscas subsequentes foram realizadas numa fração de tempo em relação a esta. Com isso, entende-se que após as primeiras buscas os participantes começaram a desenvolver um “mapa mental” da localização dos produtos e assim “saltavam” algumas etiquetas a fim de economizar tempo durante a busca pelo item solicitado.

Este resultado, apesar de não esperado mostrou-se relevante e positivo para o trabalho, pois agregou ao sistema a capacidade de auxiliar o deficiente visual na memorização e reconhecimento do ambiente. Desta forma as possibilidades de utilização do sistema se expandem, não se limitando apenas na identificação de um produto, mas também podendo contribuir para a assimilação de ambientes.

## 7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Com a realização deste trabalho, conforme descrito no estudo de caso realizado e em sua análise de resultados, através da utilização do sistema proposto possibilitou-se a pessoas com deficiência visual a realização autônoma de um processo de seleção de produtos. Tendo em vista a baixa oferta de ferramentas disponíveis voltadas ao auxílio dos deficientes visuais, fica evidenciada a importância de abordagens como a desenvolvida, principalmente se considerarmos que deficientes visuais representam uma considerável parcela da sociedade.

Através das atividades realizadas e dos dados obtidos na execução do estudo de caso torna-se possível concluir que os objetivos propostos foram alcançados. Para viabilizar a realização da seleção de produtos de maneira autônoma pelos deficientes visuais partindo de um ambiente de referência estabeleceu-se um esquema de ambientação que serviu de base para criação do modelo de sistema proposto e de sua respectiva arquitetura. Posteriormente construiu-se um protótipo de dispositivo embarcado combinado com o desenvolvimento de uma aplicação responsável pela integração do hardware com a base de dados do ambiente de aplicação. Finalizando-se a pesquisa através da realização de um estudo de caso prático com apresentação e análise dos resultados. Onde pode-se demonstrar que o índice médio de assertividade alcançado foi de 92,5%.

Vale ressaltar ainda que, conforme demonstrado na análise dos resultados e discussões através da observação e diálogo entre avaliador e participantes, e da análise dos tempos individuais, o índice de assertividade não atingiu 100% devido a ansiedade de parte dos participantes. Entende-se assim que apesar da ocorrência de erros, por serem de natureza humana, estes não inviabilizam a estratégia adotada na pesquisa e o modelo de sistema desenvolvido.

Dentre as contribuições deste trabalho tem-se a melhora na autonomia do deficiente visual no ato de fazer compras, tendo em vista que isto se dá sem o auxílio de terceiros, contudo, ainda existem dificuldades observadas que devem ser atendidas para melhor usabilidade da arquitetura sendo as principais: remoção de itens pendurados e qualquer outro tipo de obstáculo que represente uma dificuldade no uso do equipamento.

No campo científico destaca-se a utilização de uma base de dados síncrona com o equipamento o que não foi observado nos demais estudos o que retira do

usuário ou mesmo mantenedor da arquitetura a necessidade de atualizações no equipamento ou mesmo no sistema de conversão de texto em voz resultando em um arquitetura com custo reduzido, com o uso simplificado e útil para o público alvo do estudo.

Avalia-se ainda que o sistema desenvolvido mostrou-se suficientemente robusto para implantação em larga escala, sendo possível sua adaptação para diversas finalidades em diferentes setores do comércio, como lojas de roupas, livrarias, farmácias, entre outros. Com isso, como trabalho futuro pretende-se a implantação do sistema em ampla escala, de forma definitiva, e em diferentes tipos de ambientes. Ainda neste contexto, objetiva-se o desenvolvimento de um software de gerenciamento, na forma de uma camada intermediária adaptável, voltado para rápida integração do sistema com possíveis ambientes de aplicação e a redução do hardware criado através do projeto e desenvolvimento de um circuito integrado específico, a fim de melhorar o conforto e praticidade durante sua utilização.

Outra interessante possibilidade para trabalhos futuros foi identificada durante a aplicação do estudo de caso e discutida nos resultados não esperados, refere-se a criação de um “mapa mental” do ambiente pelos participantes. Avalia-se que um melhor entendimento acerca deste mecanismo possa ampliar as possibilidades de uso do sistema. Vislumbra-se assim a aplicação desta tecnologia em conjunto com conceitos como o de casas inteligentes (*Smart House*) para assimilação de ambientes.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Maria Margarida de. Introdução À Metodologia do Trabalho Científico. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 176 p.
- ANJOS, Carlos Eduardo Menezes dos; OLIVEIRA, Leonardo Ernesto Machado de; REIS, Ygor Borges Tourinho. RFID. [S. l.], 31 maio 2012. Disponível em: [https://www.gta.ufrj.br/grad/10\\_1/rfid/index.html](https://www.gta.ufrj.br/grad/10_1/rfid/index.html). Acesso em: 24 ago. 2018.
- BARCELAR, Ricardo R. Banco De Dados: Aplicação da Structure Query Language. 1. ed. [S.l.: s.n.], 2012. 91 p. v. II. Disponível em <<http://www.ricardobarcelar.com.br/aulas/bd2/ebook-bd2.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2017.
- BARRETO, Marise Hernandes. Contribuição para o desenvolvimento de uma etiqueta para pessoas com deficiência visual. 2009. Tese de Doutorado.
- BARROS, Renata Pitta et al. CardBot: Tecnologias Assistivas para imersão de deficientes visuais na robótica educacional. In: V workshop de Robótica Educacional. 2014. p. 11.
- BERSCH, Rita. Introdução à tecnologia Assistiva. Porto Alegre: CEDI, 2008.
- BRITO, Edivaldo. O que é NFC? Disponível em: <[www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/01/o-que-e-nfc.html](http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/01/o-que-e-nfc.html)> Acesso em: 05 de agosto de 2017.
- Censo Demográfico. Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.
- CHANG, Jae Hwa. An introduction to using QR codes in scholarly journals. Science Editing, v. 1, n. 2, p. 113-117, 2014.
- CIRIACO, Douglas. Como funciona a RFID? Disponível em: <[www.tecmundo.com.br/tendencias/2601-como-funciona-a-rfid-.htm](http://www.tecmundo.com.br/tendencias/2601-como-funciona-a-rfid-.htm)> Acesso em: 12 de agosto de 2017.
- FABREGAT, Tamires. App ajuda deficientes visuais a “enxergarem” o mundo apenas apontando o celular. Disponível em: < <http://www.jornalmonotrilho.com.br/app-ajuda-deficientes-visuais-a-enxergarem-o-mundo-apenas-apontando-o-celular/> > Acesso em: 05 de agosto de 2017.
- FARIAS, Norma; BUCHALLA, Cassia Maria. A classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde da organização mundial da saúde: conceitos, usos e perspectivas. Revista brasileira de epidemiologia, v. 8, n. 2, p. 187-193, 2005.
- G1 PA. Escolas do PA não têm preparo para receber alunos com deficiência, diz MP. Belém, 25 fev. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2016/02/escolas-do-pa-nao-tem-preparo-para-receber-alunos-com-deficiencia-diz-mp.html>. Acesso em: 29 mar. 2018.

GERHARDT, Tatiana; RAMOS, Ieda C. A.; RIQUELMO, Deise L.; SANTOS, Labernarde. Técnicas de coleta de dados: instrumentos de coleta de dados. Disponível em:

<[http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11321018082016Pratica\\_de\\_Pesquisa\\_I\\_Aula\\_4.pdf](http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11321018082016Pratica_de_Pesquisa_I_Aula_4.pdf)>. Acesso em 10 de Abril de 2019.

GLOBAL DATA ON VISUAL IMPAIRMENTS 2010. Genebra: World Health Organization, 2012.

GONÇALVES, Paulo Diovani. Javascript no Servidor com Node JS. Disponível em <[http://slides.diovani.com/slides-nodejs-server-side-javascript/index.html#/>. Acesso em: 03 jan. 2018.](http://slides.diovani.com/slides-nodejs-server-side-javascript/index.html#/)

GONCU, Cagatay; MARRIOTT, Kim. (2011) Gravvitas: Generic Multi-touch Presentation of Accessible Graphics. In: Proc. of the 13 th IFIP International Conference on Human-Computer Interaction – Vol Part I 2011, Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag.

Governo do Brasil. Cresce Número De Pessoas Com Deficiência No Mercado De Trabalho Formal. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/09/cresce-numero-de-pessoas-com-deficiencia-no-mercado-de-trabalho-formal>> Acesso 23 de junho de 2017.

HAKOBYAN, Lilit et al. Mobile assistive technologies for the visually impaired. Survey of ophthalmology, v. 58, n. 6, p. 513-528, 2013.

HOGETOP, Luisa; SANTAROSA, Lucila Maria Costi. Tecnologias Assistivas: viabilizando a acessibilidade ao potencial individual. Informática na educação: teoria & prática. Porto Alegre. Vol. 5, n. 2 (nov. 2002), p. 103-117, 2002.

JUNIOR, Sandro LM Lopes et al. RFID como Ferramenta de Inclusão. Revista INNOVER-----ISSN: 2448-4105, v. 1, n. 4, p. 72-84, 2015.

LOPES JÚNIOR, Sandro Laerth Maciel; JALES, Guilherme Carneiro; MENEZES, José Wally Mendonça. Utilização de QR Code® como Ferramenta de Inclusão para Deficientes Visuais. In: VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2012.

LOPES, Beatriz Gonçalves; DE MARCHI, Polise Moreira. A Tecnologia como meio de Inclusão dos Deficientes Visuais no Transporte Público. Iniciação-Revista De Iniciação Científica, Tecnológica E Artística Edição Temática Em Tecnologia Aplicada. São Paulo, v. 5, n. 4, 2015.

LOPES, Laís Vanessa Carvalho de Figueirêdo et al. Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU, seu Protocolo Facultativo e a Acessibilidade. 2009.

MANZINI, Eduardo José. Tecnologia Assistiva para Educação: recursos pedagógicos adaptados. Ensaios pedagógicos: construindo escolas inclusivas. Brasília: SEESP/MEC, p. 82-86, 2005.

MARTINEZ, Luís; FERREIRA, Aristides. Análise de Dados com SPSS. Escolar editora, 2007.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico-2ª edição: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino. Novatec Editora, 2015.

MEDEIROS, Marcelo. Banco de Dados para Sistemas de Informação. 1. ed. [S.l.]: Visual Books, 2013. 116 p.

MEDEIROS, V. U. S. et al. Device for location assistance and identification of products in a closed environment. In: VI Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2014, Paraná, Argentina 29, 30 & 31 October 2014. Springer, Cham, 2015. p. 992-994.

MOLLOY, D. Exploring Raspberry Pi: Interfacing to the Real World with Embedded Linux. WILEY. 2016, p. 535-575.

NIELSEN, Jakob. Usability engineering. Elsevier, 1994.

NIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. RFID. [S. l.], 31 maio 2012. Disponível em: [https://www.gta.ufrj.br/grad/12\\_1/rfid/links/o\\_que\\_e.html](https://www.gta.ufrj.br/grad/12_1/rfid/links/o_que_e.html). Acesso em: 6 maio 2018.

O Globo. Relógio inteligente em braille permite que cegos leiam mensagens no pulso. Disponível em: < [oglobo.globo.com/sociedade/tecnologia/relogio-inteligente-em-braille-permite-que-cegos-leiam-mensagens-no-pulso-17076503](http://oglobo.globo.com/sociedade/tecnologia/relogio-inteligente-em-braille-permite-que-cegos-leiam-mensagens-no-pulso-17076503)> Acesso em: 02 de agosto de 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. International classification of functioning, disability and health: ICF. World Health Organization, 2001.

PÉREZ, Fernando E. Valdés; ARENY, Ramón Pallás. Microcontroladores: Fundamentos y aplicaciones con PIC. Marcombo, 2007.

PETIT, Grégory et al. Refreshable Tactile Graphics Applied to Schoolbook Illustrations for Students with Visual Impairment. In: Proceedings of the 10 th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility 2008, New York, NY,

SEMIS, Laís. Apenas 26% das escolas públicas são acessíveis a pessoas com deficiência. [S. l.], 12 jul. 2017. Disponível em: <https://gestaoescolar.org.br/conteudo/1851/apenas-26-das-escolas-publicas-sao-acessiveis-aos-portadores-de-deficiencia>. Acesso em: 20 jan. 2018.

SILVA, Janaina; BRAGA, Juliana Cristina; DAMACENO, Rafael. Estudo de aplicativos móveis para deficientes visuais no âmbito acadêmico. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2015. p. 722.

SINGH, Dhananjay; TRIPATHI, Gaurav; JARA, Antonio J. A survey of Internet-of-Things: Future vision, architecture, challenges and services. In: Internet of things (WF-IoT), 2014 IEEE world forum on. IEEE, 2014. p. 287-292.

TEIXEIRA, João Paulo et al. Multivox: conversor texto fala para português. Actas do III Encontro para o Processamento Computacional da Língua Portuguesa Escrita e Falada (PROPOR'98), p. 88-98, 1998.

TEIXEIRA, L. R.. Asma: definição e etiopatogenia. In: MARCONDES, R.. (Org.). Educação física escolar adaptada: postura, asma, obesidade e diabetes na infância e adolescência. São Paulo: EEFUSP/EFP, 1993, v., p. 71-72.

THONSEM, Adilson. O que é Arduino? Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>> Acesso em: 12 de agosto de 2017.

UNITED NATIONS. Convention on the Rights of Persons with Disabilities [A/RES/61/106]. 2007. Disponível em: <<https://www.un.org/development/desa/disabilities/resources/general-assembly/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities-ares61106.html>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

VINICIUS, Marcus. O que é Talkback, para que serve? Disponível em: <[seletronic.com.br/noticias/android/aplicativos-android/o-que-e-talkback-para-que-serve/](http://seletronic.com.br/noticias/android/aplicativos-android/o-que-e-talkback-para-que-serve/)> Acesso em: 23 de julho de 2017.

VIRZI, R. Refining the test phase of usability evaluation: How many subjects is enough? Human Factors , 1992 . pg. 34 , 457-468.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Relatório mundial sobre a deficiência. São Paulo: SEDPcD, 2012.



## 9. APÊNDICES

### Apêndice A – Formulário de avaliação

#### Formulário de Avaliação da Utilização do Dispositivo de Auxílio a pessoa com deficiência

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Rg: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_

Escolaridade: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

#### 1ª Avaliação

1. Produto: \_\_\_\_\_  
Tempo: \_\_\_\_\_ Acertou? Sim ( ) Não ( )  
Desistiu ( )
2. Produto: \_\_\_\_\_  
Tempo: \_\_\_\_\_ Acertou? Sim ( ) Não ( )  
Desistiu ( )
3. Produto: \_\_\_\_\_  
Tempo: \_\_\_\_\_ Acertou? Sim ( ) Não ( )  
Desistiu ( )
4. Produto: \_\_\_\_\_  
Tempo: \_\_\_\_\_ Acertou? Sim ( ) Não ( )  
Desistiu ( )

## Apêndice B – Questionário social e de usabilidade

## Questionário de Avaliação Social e Usabilidade

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Rg: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_

Escolaridade: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

1. Como você realiza suas compras durante o cotidiano?
  - a.  Realizo com ajuda de terceiros (Funcionários do Estabelecimento);
  - b.  Realizo com ajuda de terceiros (Parentes ou amigos);
  - c.  Não realizo compras, peço a amigos e/ou parentes para fazerem isso por mim.
  - d.  Outra. \_\_\_\_\_
  
2. Como você classifica o uso do dispositivo?
  - a.  Excelente.
  - b.  Bom.
  - c.  Regular.
  - d.  Ruim.
  - e.  Pêssimo.