

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**FELIPE MACHADO NOLASCO**

**Sistema de leitura de produtos usando tag de RFID**

**SÃO LEOPOLDO**

**2021**

FELIPE MACHADO NOLASCO

**Sistema de leitura de produtos usando tag de RFID**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Elétrica, pelo Curso de  
Graduação da Universidade do Vale do  
Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Marques de Figueiredo

São Leopoldo

2021

Ao meus pais Jane e Flávio, também ao meu irmão Rafael por terem me apoiado por todos esses anos, a minha esposa Caroline pela paciência e pelo incentivo para concluir essa etapa e ao meu filho Miguel por mostrar que a felicidade está nos pequenos feitos dia à dia.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que passaram pelo meu caminho e contribuíram para a minha formação acadêmica, mas gostaria de destacar as que mais contribuíram para a conclusão dessa etapa.

A minha mãe Jane Beatriz Machado Nolasco por sempre me apoiar nas minhas escolhas, mesmo nesse momento não estando aqui, continuo acreditando que ela continua a me apoiar.

Ao meu pai Flávio Renê Alvez Nolasco, que sempre me dando orientações e conhecimento sobre a vida, e também sempre me apoiando as minhas escolhas.

A minha esposa Caroline Barbosa Vieira, sempre me incentivando a continuar a percorrer meu caminho e mesmo de área diferente me ensinou muitas coisas, que acredito que não fosse por ela não teria aprendido.

E ao meu orientador Dr. Rodrigo Marques de Figueiredo, a sua orientação, disponibilidade, ajuda e as palavras de incentivo que tive ao procurar sua orientação que esse trabalho era possível de ser realizado, não teria saído do papel e possivelmente teria ficado guardado na minha gaveta por mais 10 anos.

“Alimente seus sonhos, um dia eles irão te alimentar” (Balent, Jim)

## RESUMO

A tecnologia RFID há muito tempo vem despertando interesse para ser utilizada na área de varejo, tentando substituir o código de barras, permitindo ter uma leitura mais eficiente a uma certa distância essas etiquetas inteligentes conseguem permitir um controle de estoque, agilizando até na reposição de itens dentro de um supermercado com base nessas funcionalidades esse trabalho irá abordar à construção de um carrinho de supermercado modificado com a tecnologia RFID, no qual ao inserir os produtos, irá identificar e somar os valores, e também se o mesmo for retirado o valor será subtraído, atribuindo a soma final e disponibilizando essa informação para o usuário através de um display. Os testes do protótipo irão abordar a eficiência da identificação em todo o volume do carrinho, soma correta dos produtos e precisão na identificação dos produtos. Que por fim mostrará um estudo de conceito utilizando a tecnologia RFID para um carrinho de supermercado identificando os itens colocados pelo usuário, ao montar o protótipo foi possível averiguar que é uma proposta viável para aplicação, identificando os itens dentro do carrinho de supermercado como a ideia inicial do trabalho foi proposto.

**Palavras-chave:** RFID. Carrinho de supermercado. Internet das coisas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama esquemático de um sistema básico RFID .....	15
Figura 2 – (a) carrinho de supermercado que está em fase de testes da Caper e (b) demonstração de como o carrinho irá reconhecer o produto através de reconhecimento de imagem .....	23
Figura 3 - carrinho de supermercado que está em fase de testes da Amazon®.....	24
Figura 4 - Diagrama de blocos .....	26
Figura 5 - Disposição dos módulos no carrinho .....	27
Figura 6 - Fluxograma de testes a serem realizados .....	28
Figura 7 - (a) dimensões para o carrinho de 90l e na (b) dimensões para o carrinho de 210l .....	31
Figura 8 - Croqui do carrinho com os módulos sem contemplar os cabos.....	32
Figura 9 – Leitor de RFID Intermec IF2B .....	34
Figura 10 – Antena RFID MK7 .....	35
Figura 11 – Tag RFID.....	35
Figura 12 – Tela de conectividade do programa JRFID APP V4.53 e leitor de RFID.....	36
Figura 13 – Tela de configuração do leitor de RFID.....	37
Figura 14 – Tela de script do leitor de RFID.....	38
Figura 15 - Tela de script do leitor de RFID com script carregado .....	39
Figura 16 – Fluxograma do Programa.....	40
Figura 17 – Disposição das antenas RFID no protótipo (a) caixa de papelão (b) cesto metálico.....	41
Figura 18 – Teste do produto dentro da área a ser lido (a) caixa de papelão (b) cesto metálico.....	42
Figura 19 – Teste realizado nas áreas críticas da área delimitada (a) caixa de papelão inferior esquerdo (b) caixa de papelão superior esquerdo (c) caixa de papelão superior direito (d) caixa de papelão inferior direito (e) cesto metálico inferior esquerdo (f) cesto metálico superior esquerdo (g) cesto metálico superior direito (h) cesto metálico inferior direito.....	43
Figura 20- Teste realizado fora da área delimitada (a) caixa de papelão lateral inferior (b) caixa de papelão posterior (c) caixa de papelão lateral superior (d) caixa de papelão frontal (e) cesto metálico lateral inferior (f) cesto metálico posterior (g) cesto metálico lateral superior (h) cesto metálico frontal.....	43

Figura 21 – (a) Programa identificando nenhum produto (b) Programa identificando um produto (c) programa identificando dois produtos .....	45
Figura 22- Produtos lidos sem interferência .....	46
Figura 23 - Produtos que apresentaram interferência na leitura .....	46

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classes de identificadores EPC Global.....	16
Quadro 2 - Requisitos elétricos .....	29
Quadro 3 - Especificações carrinho de supermercado.....	30
Quadro 4 - Requisitos de funcionamentos .....	33

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AC	Corrente Alternada
DC	Corrente Continua
EAN	European Article Numbering Association
EPC	Código Eletrônico do Produto
IFF	<i>Identify: Friend or "Foe"</i> – Identificação amigo ou "inimigo"
IoT	Internet of things – Internet das coisas
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
RFID	<i>radio frequency identification</i> – identificação por radiofrequência
UPC	Código de Produto Universal
UCC	Uniform Code Council

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>13</b>
2.1 RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION - RFID .....	13
<b>2.1.1 Composição do sistema RFID</b> .....	<b>14</b>
2.1.1.1 - Antena .....	15
2.1.1.2 – Etiqueta .....	15
2.1.1.3 – Leitor .....	16
2.1.1.4 – Middleware .....	17
2.2 – INTERNET DAS COISAS .....	18
2.3 – CÓDIGO DE BARRAS .....	19
2.4 – VANTAGENS DO RFID SOBRE O CÓDIGO DE BARRAS NO VAREJO .....	21
2.5 – ESTADO DA TÉCNICA .....	23
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>26</b>
3.1 – TESTES REALIZADOS PARA A VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO .....	27
3.2 – REQUISITOS TÉCNICOS DO PRODUTO .....	29
<b>3.2.1 – Requisitos elétricos</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2.2 – Requisitos Mecânicos</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2.3 – Requisitos Funcionais</b> .....	<b>32</b>
3.3 – DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO .....	34
<b>3.3.1 – Módulos</b> .....	<b>34</b>
<b>3.3.2 – Configurações e implementação</b> .....	<b>35</b>
<b>4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>41</b>
4.1 – TESTES REALIZADOS EM DIVERSOS PRODUTOS .....	45
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A tecnologia RFID (*radio frequency identification* – identificação por radiofrequência) que, segundo Bhatt & Glover (2007), utiliza frequência de rádio para se comunicar entre os componentes, armazenando e recuperando dados remotamente, permitindo rastreabilidade de objetos, pessoas e animais, armazenamento de dados, e controle de acessos. Essa tecnologia desperta interesse de grandes varejistas e indústria em geral, diferente do código de barras, segundo Costa (2009), necessita aproximar para realizar a leitura das etiquetas dos produtos, contudo o RFID permite a leitura a uma determinada distância, não havendo necessidade de estar na linha de visão de algum operador.

Desta forma, as informações captadas pelo RFID são transmitidas para sistemas de controle de estoque, de gerenciamento de clientes, etc. - como no caso do código de barras - e podem permitir o controle instantâneo do estoque na central de distribuição, na própria empresa ou ainda nas gôndolas dos supermercados, por exemplo. Através deste controle é possível agilizar a operação de reposição de itens, reduzir custos, bem como reduzir as diferenças físicas e contábeis (ECR BRASIL, 2005).

Neste contexto, o RFID parece se configurar como a nova – e tentadora – opção dos varejistas para contar com informações instantâneas sobre o estoque e atender mais rápida e satisfatoriamente a seus clientes (AZEM, 2003). Da mesma forma, figuram entre os benefícios desta tecnologia a habilidade em auxiliar na redução de custos, na satisfação dos consumidores, na eficiência do gerenciamento da cadeia de suprimentos e, ainda, na segurança em termos do imediato controle das perdas no estoque. Além disto, a etiqueta inteligente consegue reduzir o tempo da operação de identificação de carga num centro de distribuição, pois a simples passagem do palhete pela doca ou pela empilhadeira equipada com os leitores (antena), atualizaria automaticamente os dados, além de facilitar a localização da carga (SOUSA, 2004)

Ao longo do tempo a tecnologia RFID (Identificação por Rádio Frequência) foi despertando interesse de grandes varejistas e indústria em geral, que diferente do código de barras que segundo Costa (2009) precisando se aproximar para realizar a leitura óptica das etiquetas nos produtos, e o RFID permitindo a leitura dos dados a uma determinada distancia, sem precisar estar na linha de visão do operador.

Essa tecnologia também poderá ser importante no auxílio do controle de estoque, gerenciamento de cliente, entre outros, como no caso deste trabalho, substituindo o código de barra, esse controle permitirá agilizar a reposição de itens, reduzir custos e também reduzir diferenças físicas e contábeis. Neste trabalho serão abordadas o emprego da tecnologia RFID nos carrinhos de supermercado auxiliando a conferência de preços dos produtos e a soma contida nele, além de reduzir o tempo gasto entre fila e atendimento do caixa de supermercado.

O objetivo deste trabalho será abordado a construção de um carrinho de supermercado, no qual ao inserir os produtos, irá identificar e somar os valores, atribuindo a soma final e disponibilizando essa informação para o usuário através de um display. Os testes do protótipo irão abordar a eficiência da identificação em todo o volume do carrinho, soma correta dos produtos e precisão na identificação dos produtos.

A metodologia empregada no trabalho envolve a montagem dos módulos no carrinho de supermercado, realizar a validação de testes práticos no protótipo montado, será seguido um fluxograma de testes o qual irá orientar ao longo da realização desta etapa, como também será demonstrada os requisitos elétricos, mecânicos e de funcionamento que será visado para a realização deste projeto.

No capítulo dois será apresentado conceitos básicos para o entendimento desse trabalho, enquanto no capítulo três iremos abordar a metodologia que será empregada para o desenvolvimento do protótipo com base do que foi apresentado no capítulo anterior. Já no capítulo quatro será abordado o cronograma de planejamento para a execução do trabalho e no capítulo cinco será avaliado se a proposta imposta é possível de ser realizada dentro das datas do cronograma e por fim será apresentado as referências bibliográficas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será abordado desde a história do RFID como foi criada e se modificando até chegar ao interesse de grandes redes varejistas na tecnologia, após será abordado suas vantagens sobre o código de barra que é utilizado até hoje em dia, e finalizando com uma pesquisa de mercado, mostrando em soluções que se tem pesquisado que se assemelham a este trabalho, sendo que nesse trabalho será utilizada o RFID em um carrinho de supermercado para identificar e somar os produtos dentro de um determinado volume, assim podendo ter um melhor controle do valor total que está dentro do carrinho.

Para a compreensão do trabalho devemos ver alguns tópicos que se relacionam com o tema abordado, para uma melhor compreensão. A seguir será abordado breve história do RFID começando desde da Segunda Guerra Mundial até os dias de hoje, mostrando a tecnologia saindo de um campo de guerra e chegando ao interesse de grandes redes varejistas.

### 2.1 RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION - RFID

Durante a Segunda Guerra Mundial os ingleses desejavam distinguir seus aviões de guerra, que retornavam do combate, dos aviões inimigos. Esta identificação deveria ser feita a vinte e cinco milhas a partir da costa francesa ocupada. Foi então desenvolvido um sistema por meio de um *transponder* (etiqueta eletrônica) colocado nas aeronaves aliadas de modo a dar um sinal apropriado que avisava automaticamente se o avião era “amigável” ou não. Este sistema fora denominado IFF (*Identify: Friend or “Foe”*) e até hoje este sistema é utilizado. Foi o primeiro uso da RFID – identificação por rádio frequência. (Miller, 2000).

Os sistemas de RFID deram uma grande guinada por volta da década de 70, onde várias entidades perceberam o enorme potencial da tecnologia, e com isso o surgimento das primeiras patentes. Em 23 de Janeiro de 1973, Mario Cardullo faz o registro de uma etiqueta ativa de RFID. No mesmo ano, Charles Walton registra uma patente de um *transponder* (tag) passivo, utilizado para destrancar portas de automóveis, sem utilização de chaves (GOMES, 2007).

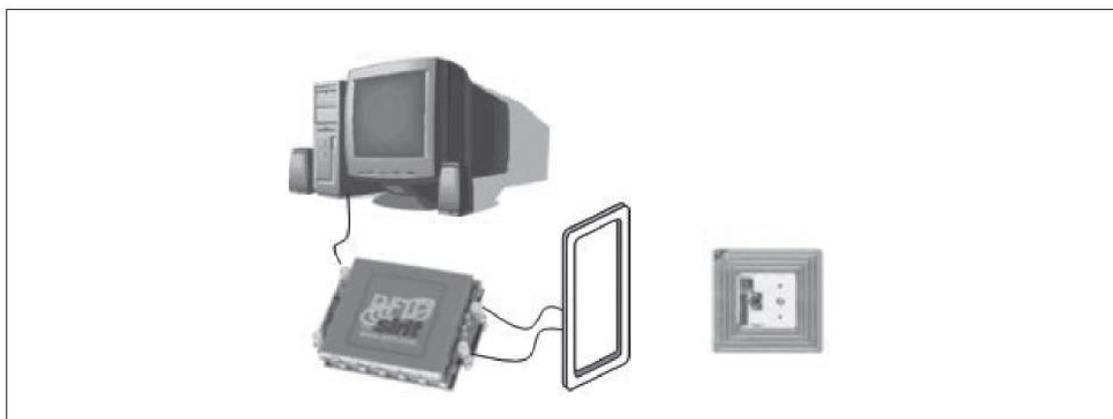
Segundo, Lima (2014) de lá para cá foram inúmeras melhorias, evoluções e pesquisas que fomentaram e fomentam a cada dia a evolução e barateamento desta tecnologia, e segundo o autor, ouviu muitas pessoas dizerem que a tecnologia RFID vai dominar o futuro e que ela vai estar presente em todos os setores de nossas vidas. A maior organização de guerra do mundo (*Department of Defense – EUA*) usa o RFID para controlar sua cadeia de suprimentos. Em praticamente todos os prédios e escritórios em Belo Horizonte, e de outras grandes cidades brasileiras, usam essa tecnologia para controlar a entrada e saída de pessoas. Hospitais, laboratórios e clínicas estão utilizando RFID para localização de médicos, materiais cirúrgicos, controle de estoque de medicamentos, controle de compatibilidade de sangue entre outras coisas. Os maiores varejistas e supermercados do mundo como Wallgreens® e Walmart® utilizando a tecnologia de identificação por radiofrequência para controlar sua *supply chain* e seus estoques. (Lima, 2014)

O Walmart® possui continuamente vários benefícios do uso da tecnologia RFID para gerenciamento eficaz de inventário, reduzindo o efeito *Bull-Whip* e reduzindo o excesso de estoque em toda a cadeia de suprimentos. Em 2010 a rede anunciou planos de colocar etiquetas RFID em itens de vestuário individuais. É importante observar aqui a crescente conversa e preocupação com questões de privacidade, e o varejista que usa essa tecnologia para rastrear informações pessoais e metadados. (Walmart,2020)

### **2.1.1 Composição do sistema RFID**

O sistema RFID possui três módulos: Identificadores ou *transponders* ou *TAGs* são etiquetas fixadas no produto que se pretende rastrear ou controlar; Leitor (*transceiver*) responsável pelo envio da frequência portadora do comando de leitura e também, pela recepção e decodificação do sinal recebido, enviando-o diretamente ao computador ou microprocessador, que utilizará essa informação; e a Antena, presente nos dois módulos anteriores, serve para a eficiente transmissão e recepção dos sinais nos dois sentidos. (Marques *et al.*,2009)

Figura 1 - Diagrama esquemático de um sistema básico RFID



Fonte: EGOMEXICO (2007)

A seguir iremos abordar cada um dos módulos descrito nesse capítulo.

#### 2.1.1.1 - Antena

A antena emite e recebe ondas eletromagnéticas, sua localização é de extrema importância, é o meio que faz o RFTag trocar e enviar informações ao leitor. O sinal de rádio emitido pela antena ativa e o *tag* passivo, lendo suas informações. As antenas também são diversificadas em relação aos tamanhos, formatos e configurações dependendo do tipo de aplicação (GLOVER; BHATT, 2007).

#### 2.1.1.2 – Etiqueta

Segundo Marques *et al.* (2009) a etiqueta é um microchip, com uma antena que contém um número de identificação, gravado previamente em memória ROM e que em alguns casos possui também, informações gravadas pelo usuário. Geralmente, são fabricados, usando circuitos integrados de baixo consumo. Inúmeros tipos de identificadores estão sendo desenvolvidos, nos mais diversos tamanhos e formas, providos ou não de memória para escrita, frequências de funcionamento, velocidades e outras características. Existem identificadores ativos, passivos e semi-passivos. Conforme o tipo de aplicação, pode-se optar pela utilização desde os mais simples e baratos até aqueles identificadores com maior sofisticação, também chamados de segunda geração.

Quadro 1 - Classes de identificadores EPC Global

Tipo	Descrição
Classe 0	Passiva, apenas leitura
Classe 0+	Passiva, grava uma vez(mas usando protocolos da classe 0)
Classe I	Passiva, grava uma vez
Classe II	Passiva, grava uma vez com extras (como criptografia)
Classe III	Regravável, semi-passiva (chip com bateria, comunicações com energia do leitor), sensores integrados
Classe IV	Regravável, ativa, identificadores “nos dois sentidos”, que podem conversar com outros identificadores, energizando suas próprias comunicações
Classe V	Podem energizar e ler identificadores das classes I, II, II e ler identificadores da classe IV e V

Fonte: adaptado de Glover; Bhatt (2007)

Segundo Patil (2015) *tags* são pequenos *transponders* que respondem a consultas do leitor transmitindo sem fio um número de série ou informações de etiqueta. As *tags* geralmente são anexadas a objetos e composto por uma antena, um microchip e uma bateria (para *tags* ativas). *Tags* passivas obtêm energia de fontes eletromagnéticas sinal recebido do Reader por meio de acoplamento indutivo. O alcance da transmissão de *tags* passivos é muito menor que o ativo.

#### 2.1.1.3 – Leitor

Segundo Sousa (2010) os componentes básicos de uma leitora são o sistema de controle e o sistema de RF, formado pelo receptor e pelo transmissor. O transmissor deve ser preciso, eficiente, e transmitir dentro da faixa de frequência permitida. O receptor deve ter boa sensibilidade, seletividade e detectar uma faixa extremamente ampla de sinal. Ambos devem ser flexíveis. Como as leitoras de RFID normalmente trabalham nas faixas de frequências não licenciadas, elas devem implementar saltos de frequência (*frequency hopping*) e outros recursos de minimização de interferências.

Depois de recebido, o sinal emitido pela *tag* passa do módulo de RF para o módulo de controle, onde é digitalizado e submetido a um processador digital de sinais para que seja decifrado. O receptor deve amostrar o sinal adequadamente, apesar da base de tempo irregular da *tag*. Esquemas simples empregam comparação de blocos em um número fixo de pontos super-amostrados. Abordagens mais sofisticadas, principalmente em sistema UHF, usam correlacionadores deslizantes e a Transformada Rápida de Fourier nos dados. (Sousa 2010)

#### 2.1.1.4 – Middleware

Segundo Glover; Bhatt, 2007 a capacidade de ler milhões de *tags* à medida que elas passam pelo suprimento cadeia e a necessidade de vincular códigos de *tags* a informações significativas gerará grandes quantidades de dados com inter-relações complexas. Um dos principais benefícios do uso de middleware RFID é que padroniza maneiras de lidar com o fluxo de informações que essas pequenas *tags* produzem.

Existem três motivações principais para o uso de middleware RFID: fornece conectividade com leitores (via adaptador do leitor), processando observações brutas de RFID para consumo aplicativos (via gerenciador de eventos) e fornecendo uma interface no nível do aplicativo para gerenciar leitores e capturar eventos de RFID filtrados. (GLOVER; BHATT, 2007)

Já Ruiz (2011) devido à evolução das linguagens de programação, permitiu o desenvolvimento de plataformas para gerenciamento de dispositivos e dados gerados pelos sistemas RFID. Hoje existem vários softwares nos quais podemos manipular qualquer aplicativo RFID, para que possamos manipular os dados fornecidos pelos leitores RFID e ter uma visibilidade completa da rastreabilidade da cadeia de suprimentos

## 2.2 – INTERNET DAS COISAS

Segundo Fazion, Mauro (2016) A “internet das coisas” surgiu recentemente como um novo conceito de “rede”, que abrange comunicações e processamento dos mais diversos equipamentos. A palavra “internet”, com o poder simbólico que tem para toda a população mundial, veio para incorporar a nova expressão “internet das coisas”, e, assim, dar a ela abrangência, compreensão imediata de magnitude, tecnologia e perspectivas de futuro. É uma nova visão para a internet, em que a internet passa a abarcar não só computadores, como, também, objetos do dia a dia. (FACCIONI FILHO, 2016). Não se trata exatamente de uma nova tecnologia, mas da nova fronteira em que a internet está se aprofundando. Isso é resultado do avanço tecnológico que vem se realizando continuamente, especialmente da miniaturização eletrônica e dos protocolos diversos de comunicação. (VERMESAN; FRIESS, 2014).

A Internet das Coisas é um conceito que está fora do âmbito das tecnologias, pois não deriva delas, e sim as utiliza para cumprir uma série de funcionalidades. As tecnologias associadas ao “conceito” são muitas, e apenas para citar algumas, temos as que se referem à conexão física dos objetos, ou de infraestrutura básica, como as conexões cabeadas e as conexões sem fio. (FACCIONI FILHO, 2016).

Pouco menos da metade (49%) dos varejistas globais já implementou a tecnologia de IoT e um grande número deles (56%) está habilitando dispositivos móveis pessoais a acessar a rede, com o objetivo de criar uma nova e engajada experiência de venda. Uma das principais aplicações de IoT é a criação de serviços de localização de lojas que fornecem ofertas personalizadas e informações de produtos aos consumidores (30%). Já 18% estão utilizando a Internet das Coisas para remotamente controlar fatores ambientais, como temperatura e iluminação. Todas essas ações estão conquistando os consumidores, uma vez que a experiência do cliente tem ganhado espaço como um diferencial de sucesso. Oito em cada dez empresas de varejo entrevistadas (81%) disseram que a IoT aprimorou a experiência geral do consumidor. E para 88% ela aumentou a eficiência dos negócios. (Hewlett Packard, 2020)

## 2.3 – CÓDIGO DE BARRAS

O código de barras é um sistema cujo funcionamento baseia-se na gravação de informações codificadas em barras impressas sequencialmente sobre uma superfície. Às barras, que podem ser de várias larguras, bem como o espaço entre elas, são associadas informações binárias. Existem cerca de quarenta sistemas diferentes de código de barras, cada um usando um padrão diferente de barras para os símbolos. Ao se escolher um determinado tipo de código de barras, devem ser considerados alguns pontos importantes. Deve-se, por exemplo, saber primeiramente a finalidade da sua utilização; o número de caracteres diferentes que podem ser codificados; tipo de codificação; densidade de codificação; tipo de impressão; leitura bidirecional ou não. Partindo da observação destes pontos, pode-se escolher aquele que melhor se adéque-as nossas necessidades. (Lima, 1987)

A ideia de utilizar máquinas para realizar cálculos é, na verdade, bastante antiga. Já em 1642, Blaise Pascal construiu a primeira máquina de calcular de que se tem notícia. Ela funcionava com engrenagens mecânicas e era capaz de realizar apenas somas. Em 1694, Wilhelm Leibniz aprimorou o invento de Pascal e criou uma máquina capaz de realizar também multiplicações. Do ponto de vista destas notas, o que é realmente interessante é a forma de transmitir dados à máquina já que, praticamente desde os começos da automação, isto foi feito com cartões perfurados que são antepassados diretos dos códigos de barra. (Milies, Polcino, 2006)

Hermann Hollerith teve uma importância considerável para o desenvolvimento dessa tecnologia, pois em 1890 empregou seu tempo projetando uma máquina que pudesse tabular dados automaticamente. Para isso, ele aprimorou e utilizou novamente a ideia dos cartões perfurados de Jacquard, escrevendo dados em oito colunas que utilizavam o sistema de numeração binária. Esses cartões eram então lidos por uma máquina que ele mesmo desenvolveu utilizando sensores elétricos. (PINTO, 2014)

Segundo Pinto (2014) em 1948 o presidente de uma cadeia de supermercados norte-americana abordou um dos reitores do Instituto de Tecnologia Drexel, na Filadélfia, solicitando o desenvolvimento de um sistema que permitisse extrair rapidamente a informação relativa a determinado produto no ato de compra,

com o intuito de atenuar o pesadelo logístico que estava enfrentando: demora no atendimento de cliente.

Dessa forma, o código de barras foi idealizado pelos norte-americanos como uma solução para a necessidade de automatizar o seu comércio, principalmente nos grandes estabelecimentos, sendo de fundamental importância para a resolução de sérios problemas relacionados ao controle de estoques (LIMA 1987). A primeira ideia foi à utilização de padrões de tinta que brilham sob luz ultravioleta.

Em outubro de 1949, surgiu assim o primeiro código de barras, formado por quatro linhas brancas sobre um fundo preto, depois convertido em círculos concêntricos para facilitar a leitura, a partir de qualquer ângulo. Quanto mais linhas se adicionassem, mais informação podia ser codificada. A primeira patente de um código de barras foi atribuída em 1952 a Joseph Woodland e Bernard Silver. Seu código consistia num padrão de circunferências concêntricas de espessura variável. Ao dar entrada ao pedido de patentes, eles descreviam seu invento como uma classificação de artigos através de identificação de padrões. Os dois construíram um aparelho para testar o conceito. Funcionou, porém logo encontraram problemas como a tinta para impressão e, o principal, era financeiramente inviável, pois ficaria muito caro. Após meses de pesquisa, inspiraram-se em algo já bem conhecido, o código Morse. A ideia foi bastante simples segundo Woodland prolongou verticalmente os pontos e traços, alterando os espaços e a espessura entre eles. (MILIES, POLCINO 2006; PINTO 2014)

Mas esse feito só foi realmente visto com sua importância merecida várias décadas depois, quando a miniaturização dos componentes eletrônicos e avanços na tecnologia laser permitiram a produção de sistemas de leitura de baixo custo (Pinto 2014). Em 3 de abril 1974, um cliente do supermercado Marsh's® em Troy, no Estado de Ohio, fez a primeira compra de um produto com código de barras. O código foi denominado de Código Universal de Produtos, com sigla UPC (*Universal Product Code*) (Pinto 2014). Este código é adotado atualmente nos Estados Unidos e Canadá. Ele consistia de uma sequência de 12 dígitos, traduzidos para barras da forma que estamos acostumados a ver em vários objetos ou itens. (Pinto 2014)

Com o grande sucesso do código UPC, fabricantes e distribuidores de vários países da Europa formaram um conselho para estudar a possibilidade de desenvolver um sistema que padronizasse a numeração de produtos, parecido ao sistema do UPC (Código Universal de Produtos), que é regulamentado pelo UCC

(*Uniform Code Council*). Consequentemente, em 1977, formou-se uma entidade sem fins lucrativos, a EAN (*European Article Numbering Association*). (Pinto 2014)

Segundo Lima (1987) o padrão adotado no País é o EAN (*European Article Number*), em vigor em muitos países europeus e lido atualmente pela maioria dos equipamentos norte-americanos. São treze dígitos: os três iniciais para identificar o país, os seguintes para identificar o fabricante, cinco dígitos para o produto, e o último, para controle. A seguir será abordado as vantagens que o RFID mostra sobre o uso do código de barras no varejo

## 2.4 – VANTAGENS DO RFID SOBRE O CÓDIGO DE BARRAS NO VAREJO

Nesta seção será abordada as vantagens que o RFID tem sobre o código de barra no varejo, que segundo Ruiz (2011) as vantagens que tem o RFID sobre os códigos de barras são:

- Os códigos de barras funcionam reconhecendo uma sequência lida por um dispositivo óptico, neste caso um laser. Com a tecnologia RFID, não é necessário apresentar um dispositivo óptico, pois essas informações são transmitidas por radiofrequência.
- Um código de barras pode ser facilmente copiado e falsificado; em um RFID, ele implementa um chip com mecanismos de segurança que tornam quase impossível trapacear.
- O RFID possui a característica de reprogramação, a única coisa que não pode mudar é o seu identificador único EPC (código eletrônico do produto). Existe um único identificador EPC (código eletrônico do produto) para cada produto. Por outro lado, no código de barras, os mesmos produtos de uma série têm o mesmo código de barras e é um código fixo.
- O padrão que governa o identificador EPC (código eletrônico do produto) tem capacidade para 96 *bits*, com isso o número de identificadores exclusivos é quase inesgotável.

Segundo Descalzo *et al.* (2011) a tecnologia em questão possui muitas vantagens em relação a outras formas de coleta de dados, tais quais:

- Mais de mil leituras podem ser realizadas por segundo, resultando em grande precisão e alta velocidade;
- Podem ser realizadas alterações nas *tags* RFID constantemente;
- Pode ser usada com outras tecnologias, como sistemas de código de barras e redes Wi-Fi.

De acordo com Hodges (2005, apud DESCALZO et al.(2011))

- A etiqueta RFID pode ser reaproveitada, enquanto que a etiqueta de código de barras uma vez definida é impressa e fixada no objeto que se deseja identificar;
- Alcance de leitura RFID é maior do que a do código de barras;
- Com a etiqueta RFID é possível verificar tempo de armazenagem ou associar informação ao processo de fabricação do item;
- É possível atualizar informação com os artigos em movimento, disponibilizando-as a qualquer ponto de consulta eletrônica, quando utilizado o sistema RFID;
- A leitura do código de barras precisa ser feita por uma pessoa, com a utilização de leitores, sendo mais complexa a automatização desta ação. Já na tecnologia RFID, como a leitura pode ser feita sem o envolvimento humano e com a obtenção de dados continuamente, resulta em leituras mais precisas e menos caras, pois pode ser lida em grande quantidade, simultaneamente;
- A etiqueta de RFID pode ser lida em qualquer direção, desde que esteja dentro da amplitude de rádio frequência dos leitores, diferente do código de barras que exige uma linha de visão;
- Os leitores de RFID podem se comunicar ao mesmo tempo com diversas etiquetas inteligentes;
- Quando exposta a líquidos, corrosivos ou sujos que possam danificar o material da etiqueta de código de barras, esta não funciona;
- Os dados que a etiqueta inteligente pode armazenar são maiores do que a etiqueta de código de barras.

A seguir será abordado uma pesquisa de mercado, que foi realizado com pesquisas via internet, com a comparação do que foi feito em relação do projeto

proposto, analisando o que tem de igual e o que foi feito de diferente em relação a este trabalho.

## 2.5 – ESTADO DA TÉCNICA

Nesta seção será abordado outras ideias parecidas e similar ao trabalho desenvolvido, que segundo Sanches-Iriarte (2020) desenvolveram um carrinho de supermercado inteligente, esse carrinho apresenta um scanner de código de barras, três câmeras para reconhecimento de imagem, balança e leitores de cartão, podendo ser usado pelos compradores para o pagamento da compra conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – (a) carrinho de supermercado que está em fase de testes da Caper e (b) demonstração de como o carrinho irá reconhecer o produto através de reconhecimento de imagem



Fonte: Adaptado de <https://www.caper.ai>

Já a Amazon® apresentou nos Estados Unidos, um carrinho de compras inteligente, que é constituído por sensores de peso e câmeras que permitem escanear seus itens conforme você os coloca no carrinho, além de ter incluso mais funcionalidades como acessar a lista de compras, exibir o subtotal da compra e também um scanner de cupom. (Amazon,2020) conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - carrinho de supermercado que está em fase de testes da Amazon®



Fonte: <https://www.amazon.com>

A ideia proposta nesse trabalho se assemelha ao produto descrito por Sanches-Iriarte (2020) que já se encontra em fases de testes, mas para evitar que os compradores necessitam ter que passar produto por produto num leitor de código de barra, vai ser analisado o produto quando estiver dentro do volume delimitado pelo carrinho, assim evitando de passar algo sem ser lido pelo leitor de código de barras, aumentando da precisão de produtos lidos e somado. Já a ideia proposta pela Amazon® é semelhante à de Sanches-Iriarte (2020) mas utiliza somente câmeras para identificar produtos, ocorrendo que essas mesmas câmeras identifiquem os produtos, através do código de barras, que vão ser colocados dentro do carrinho, acaba esbarrando num problema que teria que ter um código de barras visível para ser lido, ou algum código de barra que já não se consiga identificar pelas câmeras podendo não ser computado pelo sistema.

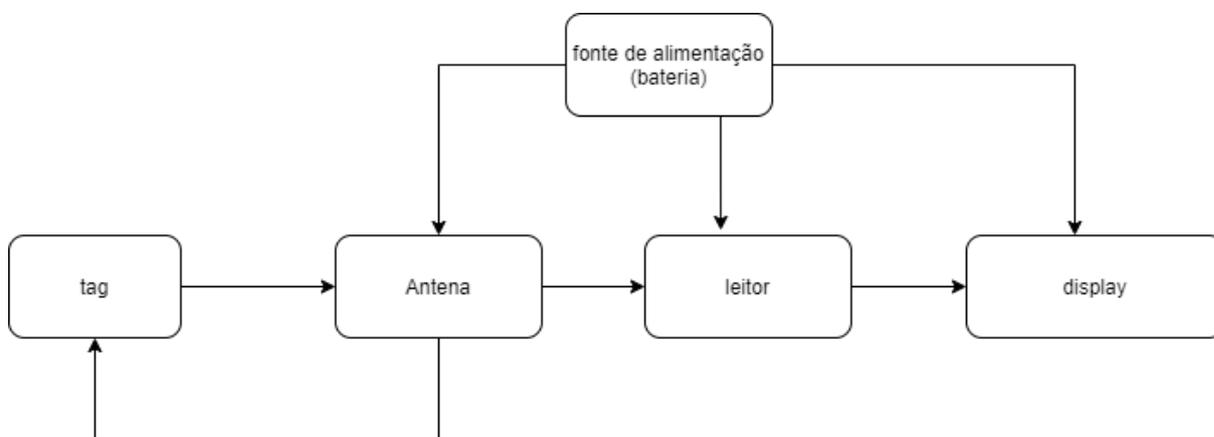
No caso do projeto proposto deste trabalho será diferente do que foi apresentado nessas pesquisas, não será necessário ter que ler o código de barras e nem câmeras para identificar o produto por imagem, será utilizado as *tag* RFID para

essa identificação e antenas instaladas no carrinho de supermercado, identificando tudo automaticamente ao entrar no volume que elas o identificam, o que será mantido é o somatório que dos valores dos produtos dentro do carrinho, e que será disponibilizado para o usuário, assim podendo se manter informado do valor que estará gastando antes mesmo de chegar ao caixa para realizar o pagamento. Se tornando um projeto mais simples e dependendo de *tags* de RFID de baixo custo. Já a seguir no capítulo 3 será mostrado a metodologia que será empregado e técnicas para a realização deste projeto.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo será abordada a metodologia empregada para realizar o trabalho, como a disposição dos módulos na montagem como também os testes a serem realizados para a validação do protótipo proposto. Na primeira parte da metodologia será abordado a disposição dos módulos para a montagem do produto e na segunda parte terá os testes realizados, assim como um fluxograma, para a validação do protótipo.

Figura 4 - Diagrama de blocos



Fonte: Elaborado pelo autor

A *tag* será impressa por uma impressora de etiqueta de RFID com um valor simbólico cadastrado nela, para a leitura da antena. No momento que o produto for colocado no carrinho, a antena irá ler a informação da *tag*, enviando a informação para o leitor, na qual esta informação será mostrada no display. Para a alimentação do sistema terá uma bateria de 12v DC, podendo ser utilizado para o protótipo uma fonte de alimentação AC com saída DC, a qual irá alimentar os módulos da antena, leitor e display. O modulo da antena será instalado na parte de dentro do carrinho, de preferência ter uma antena na parte frontal e a outra na parte traseira do carrinho, conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5 - Disposição dos módulos no carrinho



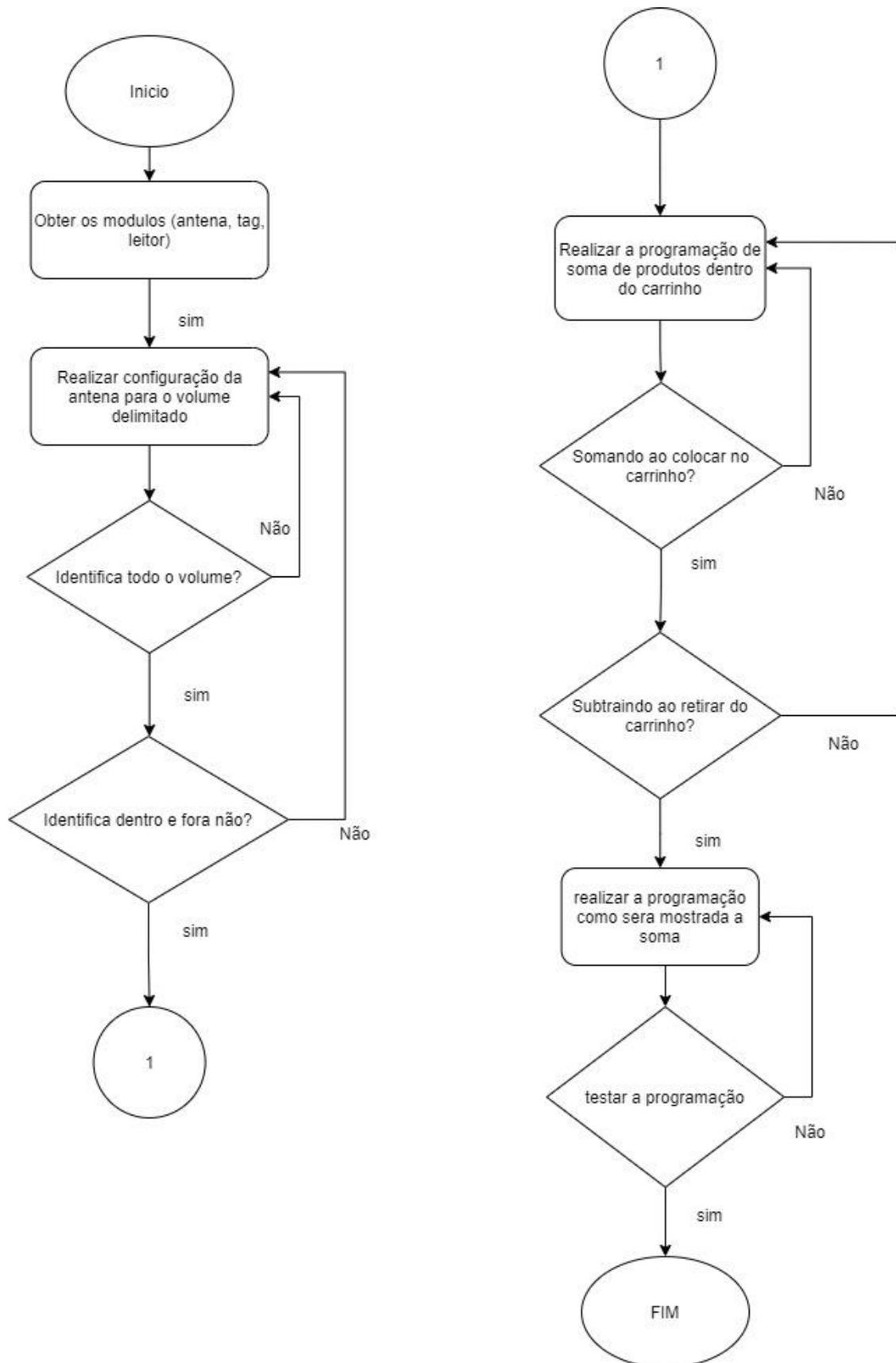
Fonte: Elaborado pelo autor

O leitor de RFID ficará atrás da antena que fica ao fundo do carrinho, assim ficando próximo de uma antena e de onde ficará o display, que irá ficar logo acima no local que coloca as mãos, próximo ao usuário. A seguir irá ser abordados os testes realizados para a validação dessa disposição e montagem realizada.

### 3.1 – TESTES REALIZADOS PARA A VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO

Nesta seção abordará os testes que serão utilizados para a validação do protótipo, como também um fluxograma para a orientação da ordem a ser empregada nos testes.

Figura 6 - Fluxograma de testes a serem realizados



Fonte: Elaborada pelo autor

Após a montagem das antenas no protótipo, nesta etapa realizaremos um teste para verificar se a antena está cobrindo todo o volume que determinamos no início do projeto, com o auxílio de um software para medir a intensidade dentro do volume. Logo que for confirmado que todo o volume está sendo identificado, verificaremos se fora dele não seja possível de ler as *tags*, utilizando novamente o mesmo software.

Com toda a calibração dos testes anteriores, partiremos para realizar a programação de soma dos produtos de dentro do volume delimitado, após concluir a programação será realizado uma bateria de testes, entre colocar o produto dentro do carrinho para ver se irá estar identificando, colocando mais de um produto para verificar se está somando e retirar alguns produtos para confirmar se está subtraindo da soma realizada. Concluindo essa parte de testes, será configurado um ambiente mais amigável para a amostra da soma dentro do volume do carrinho.

### 3.2 – REQUISITOS TÉCNICOS DO PRODUTO

Nesta secção será abordada os requisitos mecânicos, elétrico e funcionais para o desenvolvimento do produto final, utilizaremos para carrinhos de supermercado de 90l e 210l. A seguir será abordada os requisitos elétricos empregados no produto.

#### 3.2.1 – Requisitos elétricos

Nesta seção será abordada os requisitos elétricos que será utilizado no trabalho a ser desenvolvido, bem como as suas descrições como também a aplicação utilizada para cada requisito destinado ao seu uso, conforme mostrado no quadro a seguir.

Quadro 2 - Requisitos elétricos

Requisitos	Descrição	Aplicação
Fonte de alimentação	Bateria de 12v/5V	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitor de RFID</li> <li>• Antenas</li> <li>• Raspberry pi</li> </ul>

Carregador	Carregador para a bateria de 12v	Será utilizado uma estação para recarregar as baterias com carga baixa
Processamento de informações	Dispositivo que irá receber as informações do leitor RFID e enviará para o display	Será utilizado um Raspberry Pi
Display	Mostrará a soma total	Será ligado junto ao Raspberry Pi, o qual irá fornecer a alimentação para o display.

Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir será abordado os requisitos mecânicos onde mostrará a disposição física de cada modulo empregado na utilização para o produto.

### 3.2.2 – Requisitos Mecânicos

Nesta seção será abordado, as disposições mecânicas dos módulos utilizados, localização dos cabos, tamanho e medidas técnicas dos carrinhos de supermercado utilizado. No quadro a seguir teremos as especificações dos carrinhos de 90l e 210l.

Quadro 3 - Especificações carrinho de supermercado

Volume	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
90l	0,5	0,67	0,29
210l	0,59	0,99	0,325

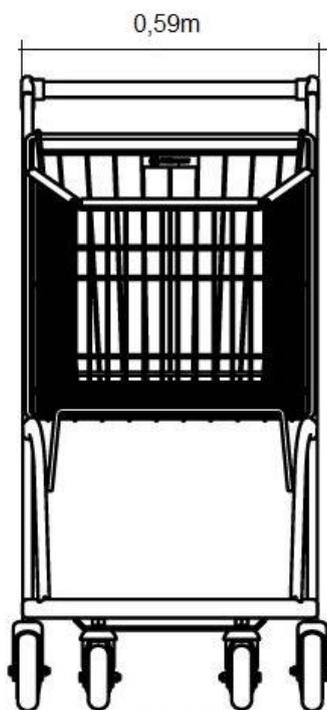
Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 5 teremos os desenhos técnicos do carrinho de supermercado descrito na tabela 3, sendo que na Figura 7(a) será as especificações para o carrinho de 90l e na Figura 7(b) para o carrinho de 210l.

Figura 7 - (a) dimensões para o carrinho de 90l e na (b) dimensões para o carrinho de 210l



(a)



(b)

Fonte: Elaborado pelo autor

As antenas serão montadas dentro do carrinho, mantendo uma na parte frontal e a outra na parte traseira, evitando alguma interferência para a leitura dos itens que possa ocasionar pelo cesto do carrinho, já a bateria será localizada fora do carrinho na parte de baixo do cesto, o leitor do RFID estará localizado acima da antena que estará montado na parte de trás do carrinho, já o display e o Raspberry Pi estarão montados juntos e localizados entre o cesto do carrinho e o apoiador de mãos, os cabos que ligará os módulos será todos feitos por fora do carrinho, mantendo a preferência de manter a maioria deles localizado na parte debaixo do cestinho. Conforme apresentado na figura abaixo.

Figura 8 - Croqui do carrinho com os módulos sem contemplar os cabos



Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir será mostrado os requisitos de funcionamento onde mostrará as funções que que será implementada como também as suas limitações.

### 3.2.3 – Requisitos Funcionais

Nesta seção será abordado os requisitos de funcionamento que o produto apresentará.

Quadro 4 - Requisitos de funcionamentos

Funcionamento	Descrição
Quantidade de itens por leitura	Colocar um item por vez
Quantidade máxima de item dentro do carrinho	Quantidade máxima dentro do carrinho de 150 itens
Display	Mostrará a soma total contida dentro do carrinho
Atualização de preços	Será enviado para todos os leitores de RFID quando houver uma atualização nos preços.
Tipos de produtos	Todos os Produtos
Área de aplicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vestuário</li> <li>• Bazar</li> <li>• Mercearia</li> <li>• Floricultura</li> <li>• Ferragem</li> <li>• Pet shop</li> <li>• Higiene pessoal</li> <li>• Açougue</li> <li>• Padaria</li> <li>• hortifrúti</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor

Neste capítulo podemos ver todos os requisitos técnicos que serão abordados no produto, como suas especificações e limitações abrangidas. Também os requisitos mais importantes que serão atendidos no protótipo, como a identificação dos itens dentro do volume delimitador, identificação correta dos itens como também a soma correta a ser mostrada. No capítulo a seguir será abordada o desenvolvimento do protótipo abordando os módulos utilizados e também as configurações utilizadas e as implementações.

### 3.3 – DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Neste tópico será abordado como foi realizado o desenvolvimento do protótipo como suas configurações, disposições dos módulos como também testes realizados para a validação do protótipo. Para a validação do protótipo foi realizado testes em tempo real, com produtos dentro da delimitação específica, como também fora, com diversos produtos, como potes de plásticos vazios, garrafas de águas, pacotes de bolacha, caixa de leite e em conjunto foi criado um programa para mostrar em tempo real os produtos do carrinho.

#### 3.3.1 – Módulos

Para a realização do protótipo foi utilizado um par de antena de RFID e um leitor de *tag* de RFID. Para o leitor de RFID foi utilizado do fabricante leitor da Intermec do modelo IF2B conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Leitor de RFID Intermec IF2B



Fonte: Elaborado pelo autor

A escolha desse equipamento se deu devido o mesmo ser possível realizar leituras de 200 leituras/segundos, onde seria possível ler várias *tags* ao mesmo tempo. Já para a antena foi utilizada uma antena para RFID do modelo MK7 como apresentado na Figura 10.

Figura 10 – Antena RFID MK7



Fonte: Elaborado pelo autor

A *tag* utilizada no projeto foi uma do tipo passiva como mostrada na Figura 11, onde só é ativada no momento que passa o sinal das antenas por elas, é um tipo de *tag* mais barata própria para ser produzida em largas escalas.

Figura 11 – Tag RFID



Fonte: Elaborado pelo autor

Na próxima seção será abordado as configurações realizadas e linhas de códigos criadas para a implementação do protótipo.

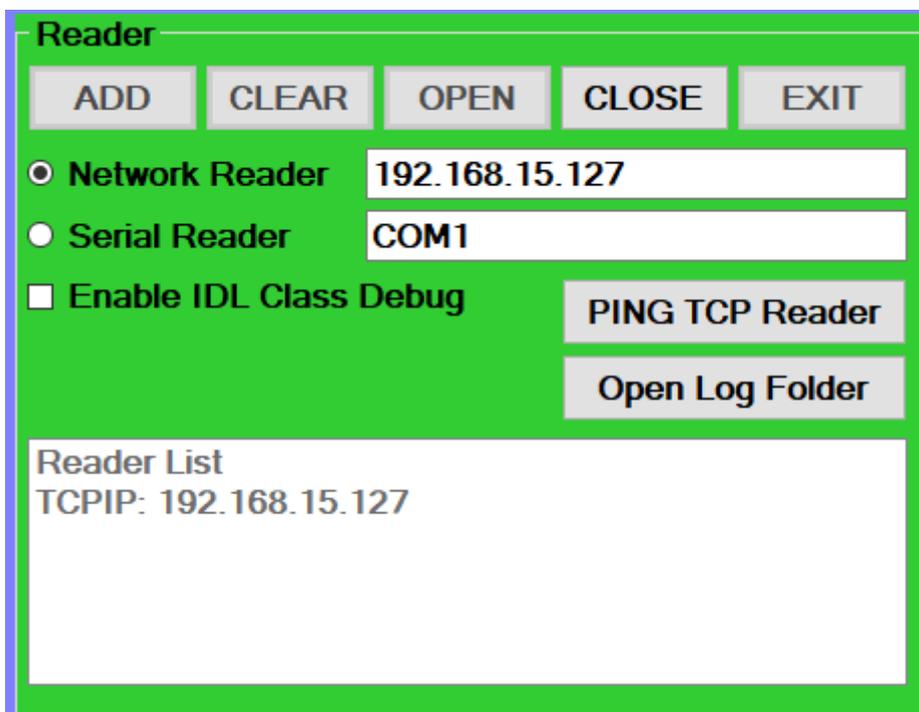
### 3.3.2 – Configurações e implementação

Para o completo funcionamento do protótipo foi realizada uma configuração dentro do leitor de RFID além de criar um programa externo utilizando a linguagem de programação Python.

Para a configuração do leitor de RFID foi utilizado um programa desenvolvido pelo próprio fabricante chamado JRFID APP V4.53, onde é possível se comunicar

com o leitor de RFID. Conforme mostrado na Figura 12 é possível ver a primeira tela onde ocorre a primeira comunicação da conectividade entre o programa e o leitor de RFID.

Figura 12 – Tela de conectividade do programa JRFID APP V4.53 e leitor de RFID



Fonte: Elaborado pelo autor

Como visto na Figura 12 pode se comunicar através de um roteador ou por alguma porta serial, no caso foi utilizado a comunicação através do roteador, após configurar e clicar em open a comunicação estará realizada. Na tela seguinte apresentada na Figura 13 é apresentado a tela de configuração de modos de leituras quantidade de antenas que estará conectada ao leitor do RFID, como potência de cada antena, como também com qual antena se comunicará.

Figura 13 – Tela de configuração do leitor de RFID

**Scan Tags Settings Only**

**Attribute Settings**

Use Simple Settings **Help**  Use Bi-Static Antenna Mode (IF2 Reader Only)

Select Use Case: **Map RF Field - 1 Tag** Tag Type:  EPC1G2  UCODE119  ISO6BG2  ISO6BG1

Select Reader: **IF2 Reader** Antennas:  Antenna 1  Antenna 2  Antenna 3  Antenna 4

Transmit Antenna:  Antenna 1  Antenna 2  Antenna 3  Antenna 4

Receive Antenna:  Antenna 1  Antenna 2  Antenna 3  Antenna 4

MAX CYCLES: **0**

FIELDSTRENGTH: **7DB,7DB,30DB,30DB** ?

DRM ON (ETSI Readers Only)  Ignore DRM  Use Filters

**RFID Operation**

READ  READ ISO FIELD  READ EPC1G2 FIELD  READ ANT EPCID  WRITE UCODE119 ID  WRITE EPC1G2 Code  WRITE ISO FIELD  WRITE EPC1G2 FIELD  CMD:

Fields:  ANT  TIME  RSSI  TAGID

Read Mode Options:  REPORT=DIRECT  REPORT=EVENT  REPORT=NO **5000**  REPORT=EVENTALL

EPC BANK: **Bank 2** Start ADDR: **0** ASCII Length: **12**

**Status Messages**

SCAN TAG SETTINGS

```

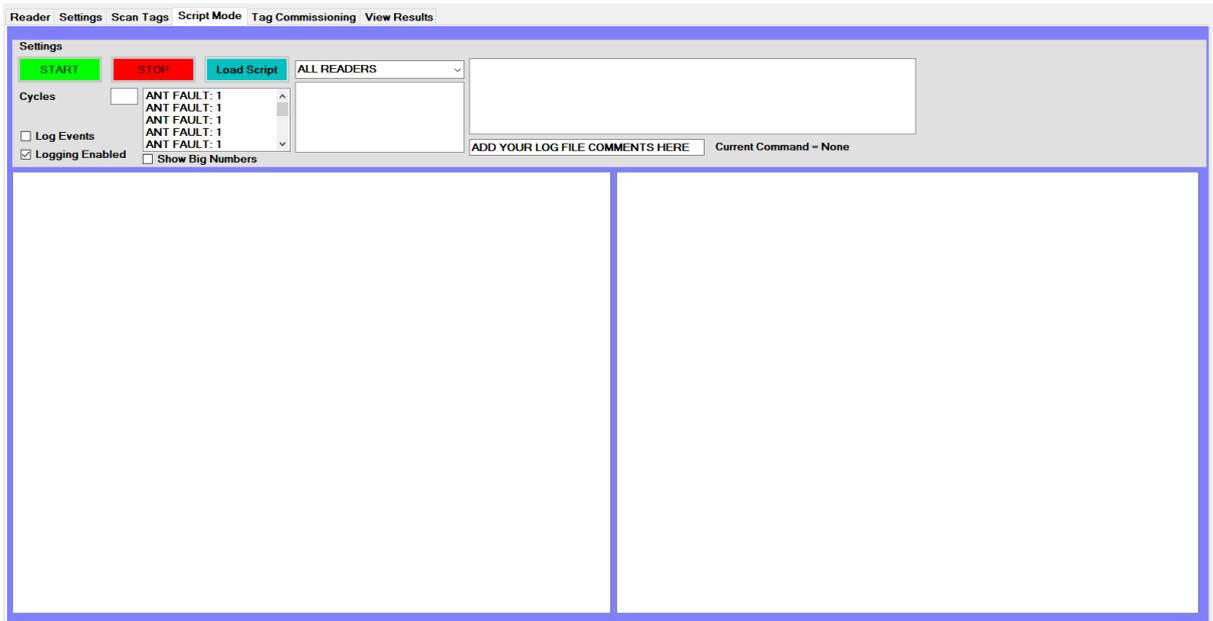
192.168.15.127->ATTRIB IDTRIES=1: OK>
192.168.15.127->ATTRIB ANTTTRIES=1: OK>
192.168.15.127->ATTRIB INITIALQ=1: OK>
192.168.15.127->ATTRIB INITTRIES=1: OK>
192.168.15.127->ATTRIB SESSION=1: OK>
192.168.15.127->ATTRIB SCHEDOPT=0: OK>
192.168.15.127->ATTRIB IDTIMEOUT=0: OK>
192.168.15.127->ATTRIB ANTTIMEOUT=0: OK>
192.168.15.127->ATTRIB DRM=OFF: OK>
192.168.15.127->ATTRIB TIMEOUTMODE=C>
192.168.15.127->ATTRIB FIELDSTRENGTH
192.168.15.127->ATTRIB IDREPORT=ON: O>

```

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a utilização nesse protótipo foi realizada a configuração de duas antenas e usando a comunicação entre a antena 1 e 2, como também uma potência entre as antenas de 7 dB cada uma. Na próxima tela apresentado na Figura 14, temos a tela de script onde é criado uma rotina de leitura e escrita de log onde será uma parte fundamental para a nossa criação do programa em Python.

Figura 14 – Tela de script do leitor de RFID



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 15 é apresentado o script utilizado para o protótipo criado, foi criado de modo que tenha um ciclo de leitura a cada 1 segundo, como também após cada leitura criada o programa atualize um documento com as informações das *tags* que se está sendo lida no atual momento, e nisso ficará nesse ciclo até que o programa seja finalizado.

Figura 15 - Tela de script do leitor de RFID com script carregado

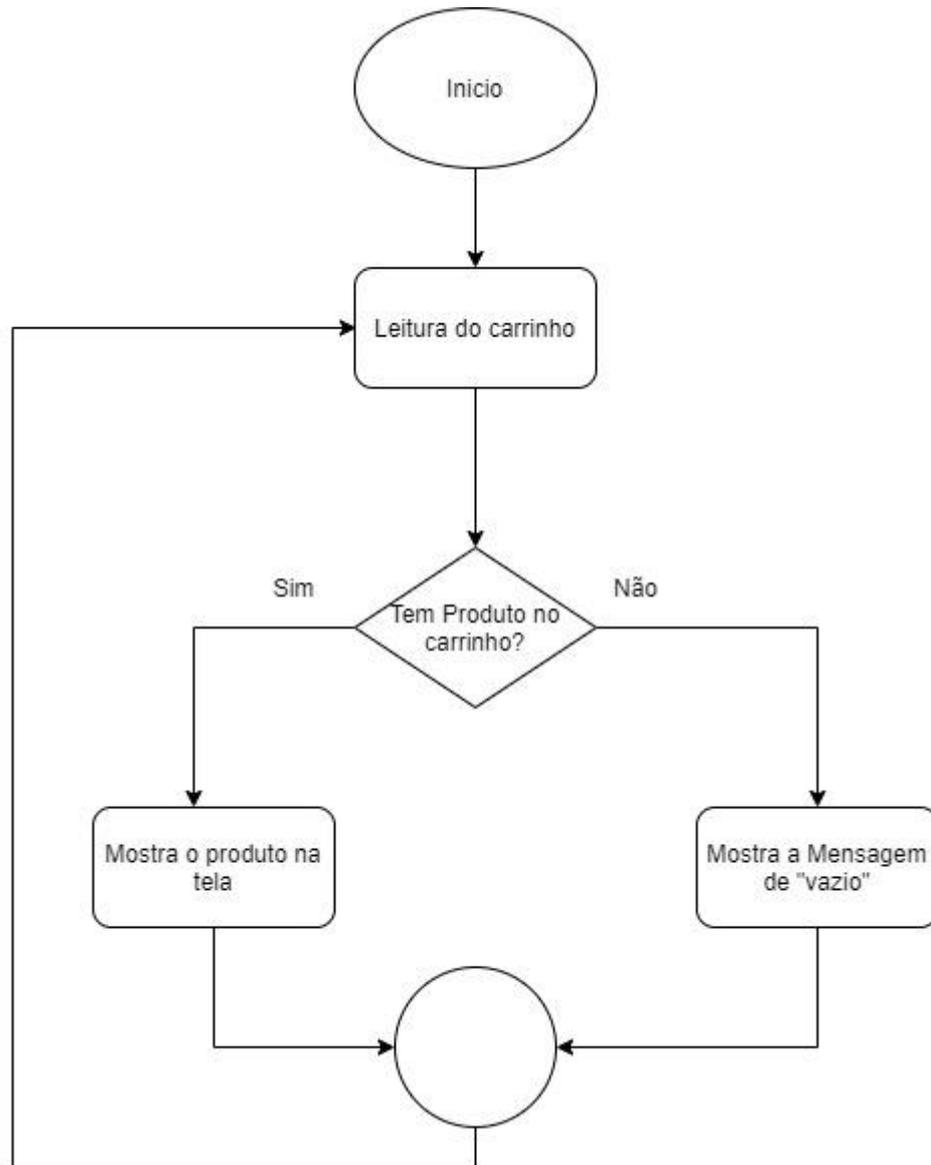
The screenshot shows the 'Script Mode' interface of an RFID reader. The top navigation bar includes 'Reader', 'Settings', 'Scan Tags', 'Script Mode', 'Tag Commissioning', and 'View Results'. The 'Settings' panel on the left contains a 'START' button (green), a 'STOP' button (red), and a 'Load Script' button (blue). Below these are 'Cycles' settings with a list of 'ANT FAULT: 1' and checkboxes for 'Log Events' and 'Logging Enabled'. A text area for 'ADD YOUR LOG FILE COMMENTS HERE' and a 'Current Command = None' indicator are also present. The main area displays a table of commands with their counts and statuses.

Index	Command	Count	Status
1	ATTRIB TAGTYPE-EPCC1G2	0	
2	ATTRIB ANTS=1,2,3,4	0	
3	ATTRIB SESSION=1	0	
4	ATTRIB ANTTRIES=1	0	
5	ATTRIB IDTIMEOUT=100	0	
6	ATTRIB ANTIMEOUT=0	0	
7	ATTRIB SCHEDOPT=1	0	
8	STARTCYCLE	0	
9	READ ANT COUNT REPORT=EVENT	0	
10	DELAY=1000	0	
11	READ STOP	0	
12	LOGTAGS	0	
13	STOPCYCLE	0	
14	READ STOP	0	

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a realização de um programa onde vai ser e mostrar o produto que estiver dentro do carrinho, foi realizado com a ajuda da linguagem de programação python onde esse código vai ser mostrado na Figura 16.

Figura 16 – Fluxograma do Programa



Fonte: Elaborado pelo autor

Neste código irá pegar as informações no arquivo criado pelo leitor de RFID e irá mostrar na tela para o usuário se tem algum produto no carrinho ou não tem, se tiver irá mostrar quais produtos que se tem. A seguir será evidenciado como foi realizado os testes para a validação da programação como também do protótipo em geral.

#### 4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão abordados todos os testes realizados para a validação do protótipo, como a disposição das antenas que foram escolhidas e tipos de produtos validos para o protótipo. Para a disposição das antenas foi escolhida que cada uma fique de frente para a outra em cada ponta da área a ser lida, essa configuração foi utilizada tanto para o protótipo criado numa caixa de papelão conforme apresentado na Figura 17(a) como também no que foi criado para simular os carrinhos que de metal conforme demonstrado na Figura 17(b).

Figura 17 – Disposição das antenas RFID no protótipo (a) caixa de papelão (b) cesto metálico



Fonte: Elaborado pelo autor

Como foi mostrado na Figura 13 a configuração utilizada no leitor de RFID é que a antena 1 irá se comunicar com a antena 2 e vice-versa. Na Figura 18 será mostrado início da área total coberta com essa configuração de antena e também onde não irá identificar o produto.

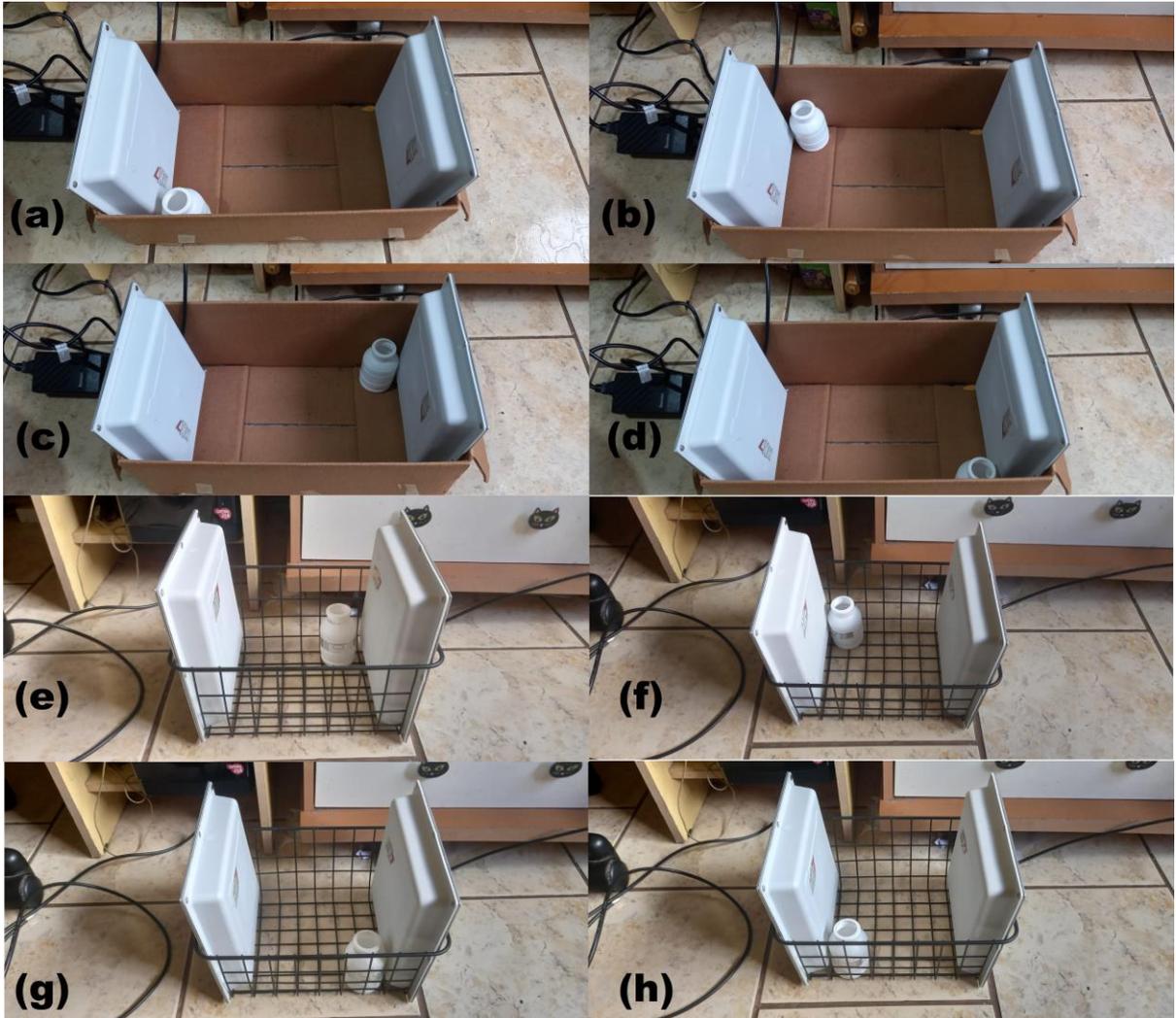
Figura 18 – Teste do produto dentro da área a ser lido (a) caixa de papelão (b) cesto metálico



Fonte: Elaborado pelo autor

Após verificar que a configuração de antenas está lendo dentro da área delimitada foi realizado outros testes mais críticos, como usando as bordas da área a ser lida conforme mostra a Figura 19.

Figura 19 – Teste realizado nas áreas críticas da área delimitada (a) caixa de papelão inferior esquerdo (b) caixa de papelão superior esquerdo (c) caixa de papelão superior direito (d) caixa de papelão inferior direito (e) cesto metálico inferior esquerdo (f) cesto metálico superior esquerdo (g) cesto metálico superior direito (h) cesto metálico inferior direito

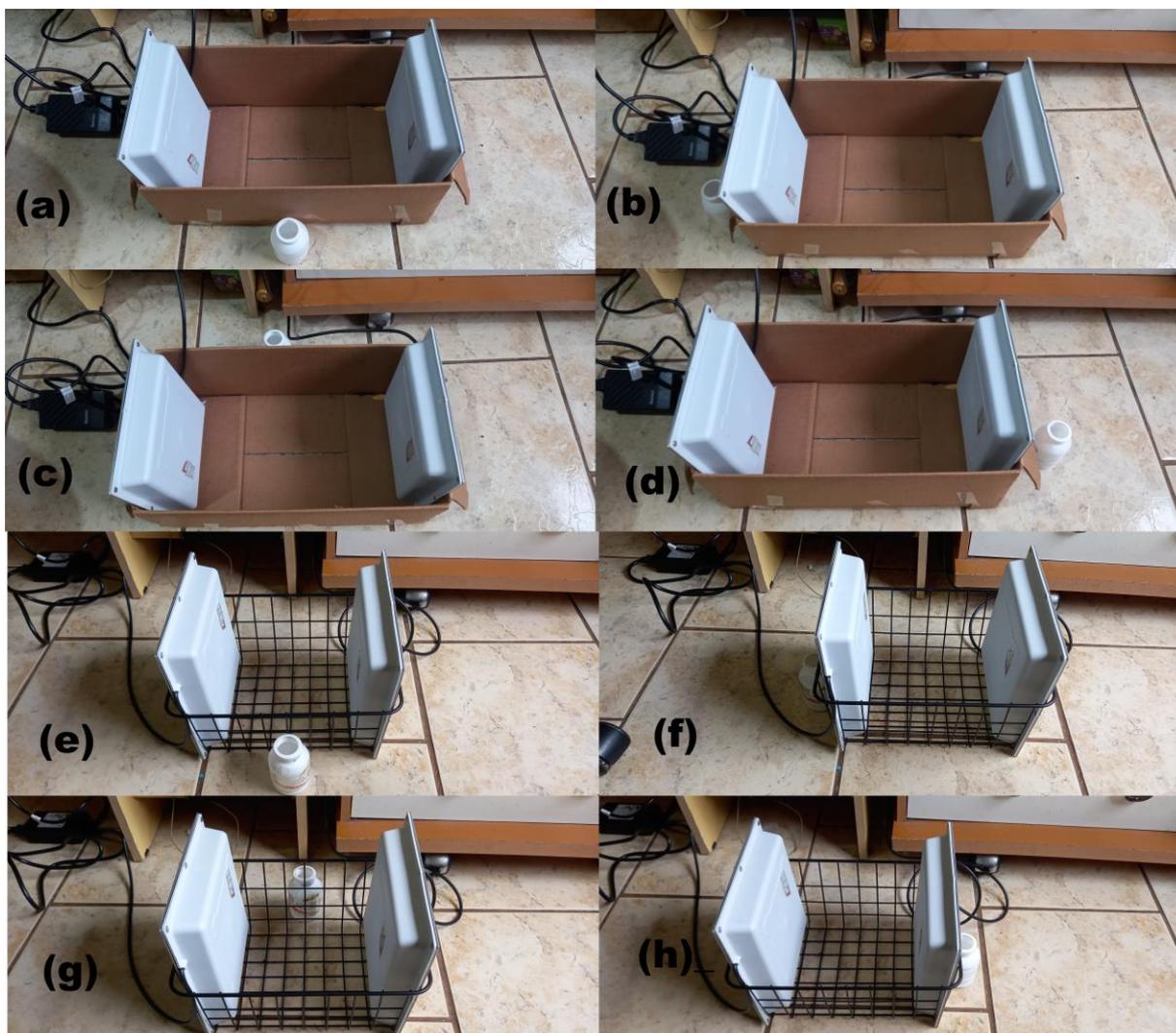


Fonte: Elaborado pelo autor

Ao realizar os testes das áreas mais externa do local delimitado para a leitura de produtos, foi realizado um novo teste fora da área delimitada, mas mais próximo da divisa, para verificar se não estará pegando produtos fora dessa área como mostrado na Figura 20.

Figura 20- Teste realizado fora da área delimitada (a) caixa de papelão lateral inferior (b) caixa de papelão posterior (c) caixa de papelão lateral superior (d) caixa

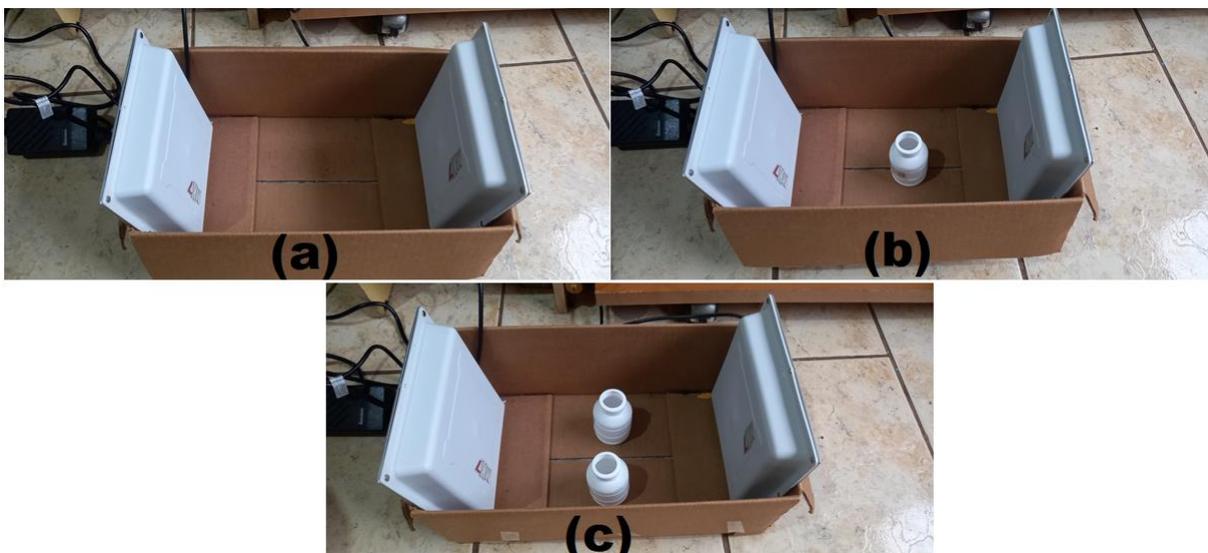
de papelão frontal (e) cesto metálico lateral inferior (f) cesto metálico posterior (g)  
cesto metálico lateral superior (h) cesto metálico frontal



Fonte: Elaborado pelo autor

Com esses testes realizado, foi averiguado a funcionalidade do programa criado para mostrar quando tem produtos ou não tem. Na Figura 21(a) será mostrado o programa indicando quando não tiver nenhum produto na área delimitada.

Figura 21 – (a) Programa identificando nenhum produto (b) Programa identificando um produto (c) programa identificando dois produtos



Fonte: Elaborado pelo autor

Após foi realizado o teste para verificar se o programa identificaria com um produto quando colocado dentro da área delimitada conforme apresentado na Figura 21(b). Foi identificado o produto mostrado o código da *tag* que está dentro da área delimitada, e por fim o último teste para validar o programa foi a identificação de mais de um produto dentro da mesma área, que será mostrado na Figura 21(c) foi identificado os produtos e foi apresentado ao programa com os seus respectivos *tag*, identificando quantos produtos estão dentro da área delimitada. Na seção a seguir mostrará testes realizados com diversos tipos de outros produtos.

#### 4.1 – TESTES REALIZADOS EM DIVERSOS PRODUTOS

Nesta seção serão abordados outros testes realizados em diversos produtos identificando quais tipos de matérias serão lidos sem interferência e outros que podem ocorrer interferência dificultando a leitura. Conforme mostra a Figura 22 a leitura de alguns produtos.

Figura 22- Produtos lidos sem interferência



Fonte: Elaborado pelo autor

Nesta Figura 22 foi realizado testes com uma garrafa de água, uma caixa de ovo, um pote de doce de leite e um pacote de milho, onde foi possível constatar a perfeita leitura desses produtos, os mesmos testes foram realizados para o protótipo em um cesto metálico e foi tido o mesmo resultado, após foi realizado uma leitura com outros produtos que ocorrem interferência na leitura como mostra na Figura 25.

Figura 23 - Produtos que apresentaram interferência na leitura



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 23 temos produtos que apresentaram interferência na leitura da *tag*, foi possível constatar que a leitura em pacotes e embalagens que contém um involucro metálico na embalagem ocorre interferência, os mesmos testes foram realizados para o protótipo em um cesto metálico e foi tido o mesmo resultado. Neste trabalho foi apresentado um novo método de verificação de produtos em um carrinho de supermercado, através da tecnologia de RFID, onde o mesmo identifica através de *tags* que mesmo sem necessidade de ter que ler algum código de barras ou por câmeras como apresentado nos trabalhos de Sanches-Iriarte (2020) e Amazon (2020).

Ao aplicar a tecnologia RFID no protótipo foi possível ter uma leitura de variados produtos, como garrafas plásticas vazias, garrafas plásticas contendo líquidos e até mesmo embalagens plásticas. Ocorrendo interferências em alguns outros tipos de produtos, como caixas de leite e pacotes que continham embalagens metálicas, mas com isso pode ser melhorado através de algumas alterações nos códigos do programa de leitura, onde foi possível ter uma melhora na leitura significativa, ou até mesmo podendo ser corrigida trocando os modelos de antenas por outras com uma potência maior ou com uma precisão de leitura, a qual foi utilizada podendo ter ocorrido essas interferências.

Para total validação que interferência em carrinhos de supermercados metálicos foi utilizado um protótipo metálico simulando esse tipo de carrinho a fim de detectar se ocorrerá interferências nas leituras, mas foi averiguado que não ocorreu nenhuma interferência e foi possível ter uma precisão até maior que o outro protótipo utilizado em uma caixa de papelão, onde devido ser de metal, teve um interferência maior ao ler os produtos de fora do cesto metálico, o que foi bom pois não irá ler produtos que estiverem fora do carrinho podendo configurar a antena com uma potência até maior para leituras de dentro do carrinho.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um estudo de conceito utilizando a tecnologia RFID para um carrinho de supermercado identificando os itens colocados pelo usuário, ao montar o protótipo foi possível averiguar que é uma proposta viável para aplicação, identificando os itens dentro do carrinho de supermercado como a ideia inicial do trabalho foi proposto. Neste trabalho foi testado em dois diferentes protótipos, representando tipos de carrinhos e nenhum apresentou interferências na leitura. Foi possível ser realizado a leitura em diversos produtos diferentes alguns tendo uma leitura sem nenhuma interferência como embalagens plásticas, caixas de papel e garrafas com líquidos, já outros produtos tiveram uma pequena interferência nos quais continha alguma parte laminada de metal na embalagem como pacotes de bolachas e caixas de leite, sendo possível ser corrigido por uma configuração de leitura no programa criado, contornando esse problema, ou até mesmo podendo ser trocado o modelo de antenas.

Desta forma, esta pesquisa pode ser uma contribuição no estudo em RFID para área de varejo, como até para as indústrias, identificando em tempo real onde está cada produto, ou até mesmo para um usuário no varejo identificando cada produto em seu carrinho sem necessidade de ter que ficar lendo código de barras. Além de poder ser uma ótima ferramenta para o benefício da redução de filas em supermercado, onde o atendimento ao final do caixa já terá algum valor total, reduzindo o tempo das pessoas em filas ou até mesmo dentro do supermercado, colabora para implantação de lojas 100% automatizadas, onde poderá integrar um sistema junto ao carrinho para formas de pagamento, onde poderá ser feito pagamento direto onde o sistema pegará as próprias informações contida dentro do carrinho e já disponibilizará meio de pagamentos sem a necessidade de um caixa.

Entretanto, podem ser feitas melhorias a serem realizadas em trabalhos futuros, como montar um protótipo com outro modelo de antena, ou criar uma antena própria para a proposta do trabalho, e realizar testes com as *tags* de RFID ativas. Para ser aplicado ao mercado o protótipo poderá ser complementando com uma interação com o smartphone do usuário, assim seria desenvolvido um software que instalado ao smartphone e se conectando ao carrinho de supermercado, ele teria essas informações no seu próprio aparelho, assim reduzindo os custos para o desenvolvimento e aplicação.

## REFERÊNCIAS

- AMAZON **Make Your Quick Trip Even Quicker** Disponível em: <<https://www.amazon.com/b?ie=UTF8&node=21289116011>> acessado em 28/08/2020
- AZEM, A. C. **Smart label procura seus nichos**. Tecnológica, n.86, jan.2003
- BHATT, H.; GLOVER, B. **Fundamentos de RFID**: Rio de Janeiro. Altas Books, 2007.
- COSTA, A. R. **Da Noções e Fundamentos do RFID e Suas Aplicações na Logística Empresarial**. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Logística Empresarial. Centro Universitário Augusto Mota. Rio de Janeiro. 2009
- DESCALZO, D.; SILVA, F. A. J. da; CLEMENTE, G. C. **RFID: análise da viabilidade, vantagens e desvantagens da tecnologia e desenvolvimento de um sistema para demonstração e testes**. Trabalho de Conclusão de Curso em Eletrônica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2011
- DIAS, E. M. **Código de barras**. Trabalho de Conclusão de Curso em Matemática Universidade Católica de Brasília. Departamento de Matemática. Brasília, 2009.
- ECR Brasil. **Associação ECR Brasil**. Disponível em: [http://www.ecrbrasil.br/download\\_palestras.asp](http://www.ecrbrasil.br/download_palestras.asp) >. Resultados de pesquisa realizada – Workshop Etiqueta Inteligente. São Paulo: 2003. Disponível em: <[http://www.ecrbrasil.com.br/bibl\\_busca.asp](http://www.ecrbrasil.com.br/bibl_busca.asp)>.
- EGOMEXICO. Disponível online em: [http://www.egomexico.com/tecnologia\\_rfid.htm](http://www.egomexico.com/tecnologia_rfid.htm). Acessado em 01/07/2020.
- FACCIONI FILHO, M. **BMS 2.0 - Nova geração de sistemas de automação e gestão predial**. Congresso Netcom, São Paulo, Aranda Eventos, 2015.
- FAZION, M. **Internet das Coisas (Internet of Things)**. Editora UnisulVirtual. 2016
- GOMES, H. M. C. **Construção de um sistema de RFID com fins de localização especiais**. 104 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Electrónica, Telecomunicações e Informática, Universidade de Aveiro, 2007
- HEWLETT PACKARD, **A Internet das Coisas: Hoje e Amanhã** Disponível online em: [https://www.arubanetworks.com/assets/\\_pt-br/eo/HPE\\_Aruba\\_IoT\\_Research\\_Report.pdf](https://www.arubanetworks.com/assets/_pt-br/eo/HPE_Aruba_IoT_Research_Report.pdf). Acessado em 16 de junho de 2020
- LAUDON, K. **Sistemas de informação gerenciais**. 9ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2011

- LIMA, A. B. F. R. **Código de barras: uma introdução**. Revista de Biblioteconomia de Brasília 15.2 pág. 217-227. 1987
- MAGRINI, E. **A internet das coisas**. Rio de Janeiro, FGV editora 192p. 2018
- Milies, C. P. **A matemática dos códigos de barras**. Artigo, USP-Departamento de Matemática, São Paulo, SP, Brasil. Recuperado em 14 (2006).
- MILLER, S. P. **What is RFID**, Purdue University, 2000.
- PATIL, Kishor T. et al. Probable causes of RFID tag read unreliability in supermarkets and proposed solutions. In: **2015 International Conference on Information Processing (ICIP)**. IEEE, 2015. p. 392-397.
- PINTO, J. A.; MOURA, G. S.; OLIVEIRA, L. MARCONDES, S. N. **Desafio da implantação de smart tags: etiquetas inteligentes no varejo**. In: VIII SEMEAD – Seminários em Administração. São Paulo: SEMEAD-FEA-USP, 2005.
- PINTO, M. C. Alves, P. LOT. **Códigos de Barras um Estudo de Múltiplos Casos**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de produção da Universidade São Francisco. Campinas. 2014.
- ROCHA, L. C. C. V. da. **Código de barras sem mistérios**. Disponível em: [https://docs.microsoft.com/pt-br/previous-versions/technical-articles/cc580676\(v=msdn.10\)?redirectedfrom=MSDN](https://docs.microsoft.com/pt-br/previous-versions/technical-articles/cc580676(v=msdn.10)?redirectedfrom=MSDN). Acessado em 24 de junho de 2020
- RUIZ, R. DE J. U. **Tutorial sobre circuitos RFID**. Tesis Licenciatura. Ingeniería en Electrónica y Computadoras. Departamento de Computación, Electrónica y Mecatrónica, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Mayo. 2011
- SANCHES-IRIARTE, E. **Make Shopping Magic - A JOURNEY TO THE FUTURE OF GROCERY SHOPPING**. Disponível em: <<https://www.caper.ai>> acessado em 26/08/2020
- SCHERER, F.; DIDONET, S.; LARA, J. **Considerações Sobre a Utilização de Etiquetas Inteligentes no Varejo**. In: VII SEMEAD, 2004, São Paulo. Anais... São Paulo: FEA/USP, 2004.
- VERMESAN, O. Friess, P. **Internet of Things—From Research and Innovation to Market Deployment**. River Publishers, Aalborg. 2014
- WALMART. **RFID Technology**. Disponível online em: <https://walmartsupplychain.weebly.com/rfid-technology.html>. Acessado em 12 de junho de 2020