

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTOS ACADÊMICOS DE ELETROTÉCNICA
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

EDUARDO DUSANOSKI SIMÕES

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA LEITURA DE CÓDIGO DE
BARRAS COM "FEEDBACK" PARA AQUISIÇÃO E SEGURANÇA DE
PRODUTOS EM SUPERMERCADOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2015

EDUARDO DUSANOSKI SIMÕES

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA LEITURA DE CÓDIGO DE BARRAS COM "FEEDBACK" PARA AQUISIÇÃO E SEGURANÇA DE PRODUTOS EM SUPERMERCADOS

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação do Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Manoel Alves

Co-orientador: Prof. Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures

CURITIBA
2015

EDUARDO DUSANOSKI SIMÕES

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA LEITURA DE CÓDIGO DE BARRAS COM "FEEDBACK" PARA AQUISIÇÃO E SEGURANÇA DE PRODUTOS EM SUPERMERCADOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro de Controle e Automação, do curso de Engenharia de Controle e Automação do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 01 de julho de 2015.

Prof. Paulo Sergio Walenia, Esp.
Coordenador de Curso
Engenharia de Controle e Automação

Prof. Marcelo de Oliveira Rosa, Dr.
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso
de Engenharia de Controle e Automação do DAELT

ORIENTAÇÃO

Prof. Gilberto Manoel Alves, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Orientador

Prof. Eduardo de Freitas Rocha Loures, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Co-Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Eduardo de Freitas Rocha Loures, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Gilberto Manoel Alves, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Guilherme Moritz, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Marcelo Rodrigues, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Roberto Cesar Betini, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Controle e Automação

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte de minha graduação, esta importante fase da minha vida, e das fases que a antecederam. Portanto, desde já peço desculpas àqueles que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e de que possuem minha gratidão.

Em primeiro lugar agradeço à minha família, em especial ao meu pai Adelar Simões e minha mãe Neuci Dusanoski Simões, pelo apoio que me deram por toda a minha vida e no caminho que trilhei até aqui.

Agradeço aos meus professores em geral pela dedicação e paciência que demonstraram em me auxiliar em adquirir todo o conhecimento que possuo hoje, incluo aqui desde aqueles que me ajudaram em meus primeiros passos desde o ensino de somar e subtrair até àqueles que mais recentemente me tornaram um engenheiro.

Também não esqueço daqueles que chamo de amigos pelo companheirismo tanto em momentos de aprendizado quanto naqueles de descontração.

Reverencio o Professor Dr. Gilberto Manoel Alves e o Professor Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures pelas respectivas orientação e co-orientação deste trabalho, professores sem os quais este não seria possível.

Agradeço imensamente aos professores que me auxiliaram com seu conhecimento e experiência no desenvolvimento deste projeto, em especial ao Professor Mst. Ednilson Soares Maciel, ao Professor Dr. Guilherme Moritz e ao Professor Dr. Marco José da Silva. Adicionalmente agradeço aos professores membros das bancas avaliadoras deste trabalho, Professor Dr. Marcelo Rodrigues e Professor Dr. Roberto Cesar Betini, pelas contribuições em suas avaliações e críticas que ajudaram a melhorar o resultado do mesmo

E por último, mas não por isso com menor importância à servidora do DAELT Denize Luzia Dorigo Barão por ter proposto o problema que buscou-se solucionar aqui e também à Lucia Ferreira Littiere da Biblioteca do Câmpus Curitiba da UTFPR por gentilmente ter cedido a estrutura da biblioteca para uso neste projeto.

RESUMO

SIMÕES, Eduardo D.. Desenvolvimento de sistema de leitura de código de barras com “feedback” para aquisição e segurança de produtos em supermercados. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia de Controle e Automação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

O comércio varejista é um dos setores em que há maior concorrência entre as empresas que se veem obrigadas a ser cada vez mais eficientes. Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de um sistema para redes varejistas com o objetivo de reduzir custos e aumentar a agilidade para os consumidores na hora de fazerem suas compras, tornando o uso destes estabelecimentos mais atrativos. Diversos sistemas que permitem ao consumidor fazer o papel de caixa já existem em outros países e já são utilizados no dia a dia. Entretanto, grande parte deles conta com um sistema que proteja o varejista de furtos e que torne a aplicação atrativa para o mesmo. Neste projeto o objetivo é desenvolver um aparelho que alie tecnologias de código de barras e sistemas de segurança permitindo ao consumidor que não precise ao final da sua compra gastar tempo para pagar pelos seus produtos, mas que ao final da compra o consumidor já tenha a informação do valor a ser pago e precise apenas realizar o pagamento, sem a necessidade de conferência por um operador. Ao mesmo tempo que o estabelecimento esteja protegido contra fraudes por parte de consumidores mal intencionados. Inicialmente são apresentadas as tecnologias utilizadas, como sistemas de códigos de barras e sistemas antifurto para bibliotecas. Posteriormente, é apresentada a integração dos sistemas e o desenvolvimento do sistema automatizado para compras em supermercados. Por fim os resultados obtidos e um parecer sobre a viabilidade de implantação.

Palavras chave: Aquisição automatizada. Supermercados. Caixas de supermercado. Sistema antifurto.

ABSTRACT

SIMÕES, Eduardo D.. Desenvolvimento de sistema de leitura de código de barras com “feedback” para aquisição e segurança de produtos em supermercados. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia de Controle e Automação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Supply chain is one of the sectors where there is more competition among companies, these companies find themselves forced to be more efficient. This paper presents the development of an automated system to reduce costs and increase agility for consumers when making their purchases, by making the use of these establishments more attractive. Several systems that allow consumers to be the cashier himself already exist in other countries and are already being used. However most of them have not a system that protects the retailer from thieves, making these systems unattractive. This project aims to develop a device that uses barcode technology and security system to enable consumers to just pay for their goods instead of waiting for a cashier to check them out. The aim is to, before the end of the purchase, make the consumer already have information of the value to be paid and then only need to do the payment without having to wait for a confirmation. At the same time, the property is protected against fraud by malicious costumers. It begins by presenting the technologies that are being utilized such as bar code systems and security systems for libraries. After that, the integration of systems and the development of the automated system for purchases at supermarkets are shown. Finally the obtained results and an evaluation about the implementation viability.

Keywords: Automated purchase. Supermarkets. Cashiers. Security systems.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema Rapid Scan Till.....	15
Figura 2 - Diagrama do processo.....	17
Figura 3 - Diagrama funcional do sistema.....	18
Figura 4 - Relação entre as peças do sistema.....	19
Figura 5 - Exemplo de um código de barras genérico.....	20
Figura 6 - Foto de um código de barras EAN-13.....	21
Figura 7 - Padrão RS-232.....	23
Figura 8 - Padrão PS2.....	24
Figura 9 - Padrão USB.....	24
Figura 10 - Leitor Fusion MS3780.....	25
Figura 11 - Antenas antifurto.....	26
Figura 12 - Etiqueta antifurto.....	27
Figura 13 - Grampo antifurto.....	27
Figura 14 - Etiqueta acusto magnética.....	28
Figura 15 - Fítilho eletromagnético.....	28
Figura 16 - Desativador/Reativador de Etiquetas.....	29
Figura 17 - Antenas antifurto da biblioteca da UTFPR.....	29
Figura 18 – Bobina.....	31
Figura 19 - Medição de campo magnético em um desmagnetizador comercial.....	32
Figura 20 - Etiqueta antifurto em uma embalagem.....	33
Figura 21 - Peças do leitor acopladas a matriz de contatos.....	35
Figura 22 - Sinal gerado pelo leitor de código de barras.....	36
Figura 23 - Circuito de acionamento do eletroímã.....	36
Figura 24 - Circuito de tratamento do sinal.....	37
Figura 25 – Temporizador LM555 em modo monoestável.....	37

Figura 26 - Pulso de disparo.	38
Figura 27 - Tensões de saída, entrada e no capacitor no circuito monoestável.	39
Figura 28 - Circuito de acionamento	40
Figura 29 - Circuito implementado.	41
Figura 30 - O protótipo finalizado.	41
Figura 31 - Corrente máxima sobre a bobina.	43
Figura 32 - Diagrama dos testes.	44
Figura 33 - Caixa de autoatendimento	46

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre os sistemas existentes	16
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	TEMA.....	11
1.1.1	Delimitação do tema.....	11
1.2	PROBLEMA E PREMISSAS.....	12
1.3	OBJETIVOS.....	12
1.3.1	Objetivo Geral.....	12
1.3.2	Objetivos Específicos	13
1.4	JUSTIFICATIVA.....	13
1.5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	14
1.6	ESTADO DA ARTE	15
1.7	DIAGRAMA DO SISTEMA.....	16
1.8	ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO.....	18
2	DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS.....	19
2.1	CÓDIGO DE BARRAS.....	20
2.1.1	O Padrão EAN-13	21
2.1.2	Código de barras utilizado	22
2.2	LEITOR DE CÓDIGO DE BARRAS	22
2.2.1	Leitor de código de barras utilizado	24
2.3	SISTEMA ANTIFURTO	25
2.3.1	Rádio Frequência	26
2.3.2	Acusto magnético	27
2.3.3	Eletromagnético.....	28
2.3.4	Sistema antifurto utilizado	29
2.4	DEMAIS SISTEMAS, PEÇAS E EQUIPAMENTOS	30
2.4.1	Computador.....	30
2.4.2	Circuito controlador do eletroímã.....	30
2.4.3	Eletroímã.....	30
3	SISTEMA PARA LEITURA DE CÓDIGO DE BARRAS COM "FEEDBACK" PARA AQUISIÇÃO E SEGURANÇA DE PRODUTOS EM SUPERMERCADOS	33

3.1	A ETIQUETA DE AQUISIÇÃO ANTIFURTO	33
3.2	LEITURA E DESMAGNETIZAÇÃO	33
4	PROJETO E MONTAGEM DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO	35
5	VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO	42
6	CONTINUIDADE DO PROJETO.....	45
7	CONCLUSÕES	47
8	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

1.1.1 Delimitação do tema

É indiscutível que na vida moderna, agitada e atarefada, a busca por soluções que agilizem ou mesmo eliminem atividade desnecessárias se tornaram um dos principais objetivos de empresas de inovação. É cada vez mais raro encontrar pessoas que realizem atividades como cozinhar em casa ou mesmo que façam por conta própria a limpeza da mesma, por outro lado o mercado de restaurantes “*self-service*” e a procura por diaristas tem andado em sentido contrário demonstrando recordes de crescimento e procura a cada ano. (ABRASEL, 2013)

Outro serviço não tão recente, mas de grande importância quando se busca economizar tempo são os hipermercados já que estes reúnem em um único local uma enorme gama de produtos, retirando a necessidade de fazer os consumidores se deslocarem entre vários estabelecimentos. Entretanto, a facilidade e agilidade encontrados nestes estabelecimentos normalmente são ofuscadas pelo tempo que acaba se perdendo na fila do caixa. Devido ao seu tamanho, tais estabelecimentos são capazes de atender ao mesmo tempo centenas de consumidores, mas acaba ocorrendo um gargalo na hora de pagar o que se foi adquirido.

O grande avanço para solucionar este problema foi o código de barras. Inventado em 1948 ele só foi completamente adotado pelas redes de supermercados em 1966 (MOURA, 2006). O código de barras permite rápida identificação dos produtos ao ser lido por uma leitora a laser computadorizada. Com o avanço da tecnologia novos sistemas foram desenvolvidos, mas se mostraram muito custosos para os estabelecimentos. Um exemplo é o sistema RFID, o qual permite rápida aquisição da informação sobre os produtos além de grande segurança para os estabelecimentos. Logo, a única solução adicional encontrada acaba sendo o aumento do número de caixas disponíveis, uma solução também cara o que a torna quase sempre insuficiente.

Atualmente diversas pesquisas são realizadas para encontrar uma nova solução para este problema. Algumas buscam desenvolver leitoras capazes de ler

todo o conteúdo de um carrinho de compras ao mesmo tempo, além de outras que permitem ao cliente fazer o papel de caixa em máquinas de autoatendimento. (GS GROUP, 2014)

Todas essas propostas tem seus prós e contras, mas a principal falha delas acaba sendo na segurança, já que haverá a possibilidade de furtos por meio de brechas nos sistemas.

Com tais informações em mente, este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo de aparelho que, aliado a outras tecnologias existentes, possa ajudar a solucionar os gargalos em supermercados ao mesmo tempo que protege o estabelecimento contra furtos.

1.2 PROBLEMA E PREMISSAS

Desde quando o código de barras foi introduzido nos supermercados em 1966, não houve a proposta de solução eficaz e barata para a eliminação de gargalos nos caixas. (FINEP, 2014)

Além disso também há o crescente problema de furtos destes estabelecimentos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste projeto é criar um sistema que possa ser acoplado aos carrinhos de supermercado e permita que o consumidor, a medida que escolhe os produtos nas prateleiras, já possa fazer o trabalho do operador de caixa fazendo a leitura dos códigos de barra e ao final faça apenas o pagamento do valor total da compra. Ao mesmo tempo, o sistema desenvolvido protege o estabelecimento contra perda de produtos para consumidores mal intencionados que apenas colocam o produto nos seus carrinhos sem fazer a contabilização do mesmo.

Explicando o título deste projeto o mesmo diz que se deseja desenvolver um sistema para leitura de código de barras que quando ocorra a leitura haja um

feedback da leitura bem sucedida para que haja a aquisição do produto ao mesmo tempo que garante segurança contra furtos.

1.3.2 Objetivos Específicos

Levantar as necessidades de clientes e de varejistas para se determinar as especificações necessárias ao projeto;

Pesquisar literatura pertinente;

Buscar tecnologias existentes que possam ser utilizadas para o projeto em questão;

Projetar o sistema para a integração das tecnologias, além de levantar ajustes e modificações necessárias;

Desenvolver o primeiro protótipo;

Validar o funcionamento do protótipo ao testar seu funcionamento.

1.4 JUSTIFICATIVA

Quando se dirigem a um supermercado clientes o fazem pela facilidade em encontrar tais estabelecimentos, facilidade em estacionar veículos e pela garantia de encontrar todos os produtos em um único local. Em resumo, consumidores vão ao supermercado porque isso economiza tempo. Entretanto, não raro encontram-se problemas na última etapa do processo quando deve-se pagar pelos produtos, já que poucas dezenas de operadores de caixa devem atender a centenas de clientes, cada um com dezenas de produtos. A partir deste momento está formado o gargalo do processo.

Para se quantificar o problema acima descrito foi realizada uma pesquisa online com 44 pessoas. A pesquisa detalhada pode ser encontrada no Anexo I. Com a realização da pesquisa pode-se chegar às seguintes conclusões:

- a) Consumidores evitam ir a supermercados de grande porte pelo tempo de espera em filas de caixas;
- b) Nenhum consumidor considera agilidade como o principal ponto forte de supermercados de grande porte;

- c) Grande parte dos consumidores gasta grande parte do tempo dentro do supermercado para pagar pelas compras;
- d) A maior parte dos consumidores que responderam ao questionário iriam com mais frequência a estes estabelecimentos se não perdessem tanto tempo para realizarem o pagamento.

Logo, as filas em supermercados são considerados um problema pelos consumidores e estes iriam mais a estes estabelecimentos se o processo se tornasse mais rápido.

Além do problema para os clientes a própria função de operador de caixa é uma atividade desgastante, repetitiva e, em alguns casos mal remunerada. Não são raros os casos de operadores que com problemas ergonômicos se afastam de seus postos e além disso são postos de trabalho que oferecem pouco ou nenhuma oportunidade de crescimento e desenvolvimento pessoal. (BALLARDIN; et al., 2005)

Outro problema enfrentado pelos estabelecimentos varejistas diz respeito ao problema dos furtos. O Brasil está entre os países com maior incidência de furtos em comércio no mundo. Para se ter uma ideia, segundo a Associação Brasileira de Supermercados – ABRAS – no ano de 2013 os supermercados brasileiros perderam R\$ 5,3 bilhões com furtos, ou seja, 2,52% de todo o faturamento líquido do setor. Isso significou um aumento em relação a 2012 quando 1,95% do faturamento líquido foi perdido. (FOLHA DE S.PAULO, 2014)

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O objetivo deste projeto é criar um sistema que possa ser acoplado aos carrinhos de supermercado e permita que o consumidor, a medida que escolha os produtos nas prateleiras, já possa fazer o trabalho do operador de caixa fazendo a leitura dos códigos de barra e ao final faça apenas o pagamento do valor total da compra. Ao mesmo tempo, o sistema desenvolvido protege o estabelecimento contra perda de produtos para consumidores mal intencionados que apenas colocam o produto nos seus carrinhos sem fazer a contabilização do mesmo.

Explicando o título deste projeto o mesmo diz que se deseja desenvolver um sistema para leitura de código de barras que quando ocorra a leitura haja um

feedback da leitura bem sucedida para que haja a aquisição do produto ao mesmo tempo que garante segurança contra furtos.

1.6 ESTADO DA ARTE

Evidentemente que diversas tecnologias já existem e outras estão em desenvolvimento para solucionar o problema da filas em supermercados. Uma tecnologia já empregada é o *Rapid Scan Till* que consiste em um scanner capaz de ler o código de barras de diversos dos produtos que passam através de uma esteira. Entretanto, o sistema não prevê o uso de tecnologia antifurto o que ainda exige a presença de operadores de caixa durante a aquisição dos dados. O sistema *Rapid Scan Till* é mostrado na Figura 1 abaixo.



Figura 1 - Sistema Rapid Scan Till

Fonte: ASDA News & Blog

Além desse, em países desenvolvidos já existem caixas de autoatendimento em diversas lojas onde o próprio cliente faz o papel de operador de caixa. Entretanto, é evidente que este sistema também peca na parte de segurança antifurto.

E outro sistema, talvez o mais avançado e semelhante ao proposto neste projeto é o sistema de aquisição que utiliza a tecnologia RFID. Neste sistema cada produto recebe uma etiqueta de rádio frequência que ao passar através de antenas RFID são identificadas. Isto significa que a leitura não precisa sequer ser feita de forma individual tornando o sistema extremamente seguro e rápido. Todavia, este é um sistema extremamente caro tanto para se implementar quanto para se manter , pois as etiquetas RFID são caras o que não justifica o uso em produtos de baixo valor.

Um comparativo entre as tecnologia existentes e o sistema proposto neste projeto encontra-se na Tabela 1.

	<i>Rapid Scan Till</i>	Autoatendimento	RFID	Sistema proposto
Ganho em velocidade de aquisição de dados	Médio	Nenhum	Alto	Nenhum
Ganho com economia em mão-de-obra	Médio	Alto	Alto	Alto
Custo de aquisição	Alto	Alto	Altíssimo	Alto
Custo de manutenção (etiquetas)	Nenhum	Nenhum	Altíssimo	Baixo
Ganho com redução de filas	Sim	Sim	Sim	Sim
Ganho em segurança antifurto	Nenhum	Nenhum *Pode ter efeito contrário	Alto	Alto
Necessidade de treinamento dos usuários	Não	Sim	Não	Sim

Tabela 1 - Comparativo entre os sistemas existentes

Fonte: Autoria própria

1.7 DIAGRAMA DO SISTEMA

Esta seção apresenta um diagrama de blocos que representa funcionalmente a estrutura do sistema em campo, ou seja, quando sendo utilizado pelos consumidores em um supermercado.

A Figura 2 mostra os passos para uso do sistema pelos consumidores quando realizando suas compras. O leitor do código de barras faz a leitura do código de barras, ocorrendo a leitura o eletroímã é acionado para que a etiqueta magnética seja desmagnetizada. Ao mesmo tempo em que o leitor de códigos de barras envia os dados para o computador.

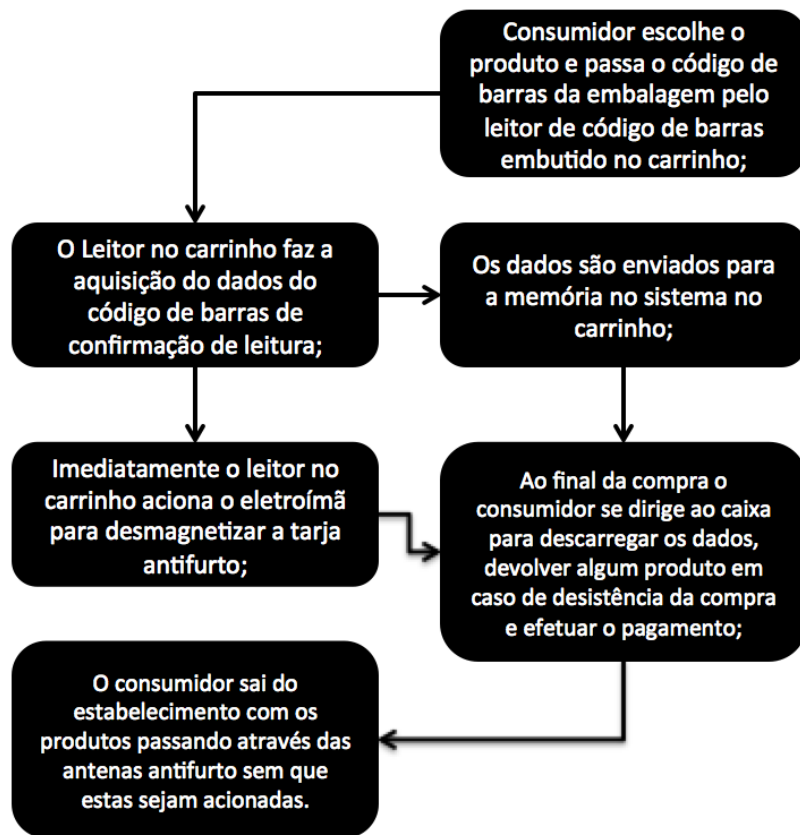


Figura 2 - Diagrama do processo

Fonte: Autoria própria

A Figura 3, por outro lado, mostra o diagrama de funcionamento técnico do sistema, ou seja, como seus componentes se relacionam.

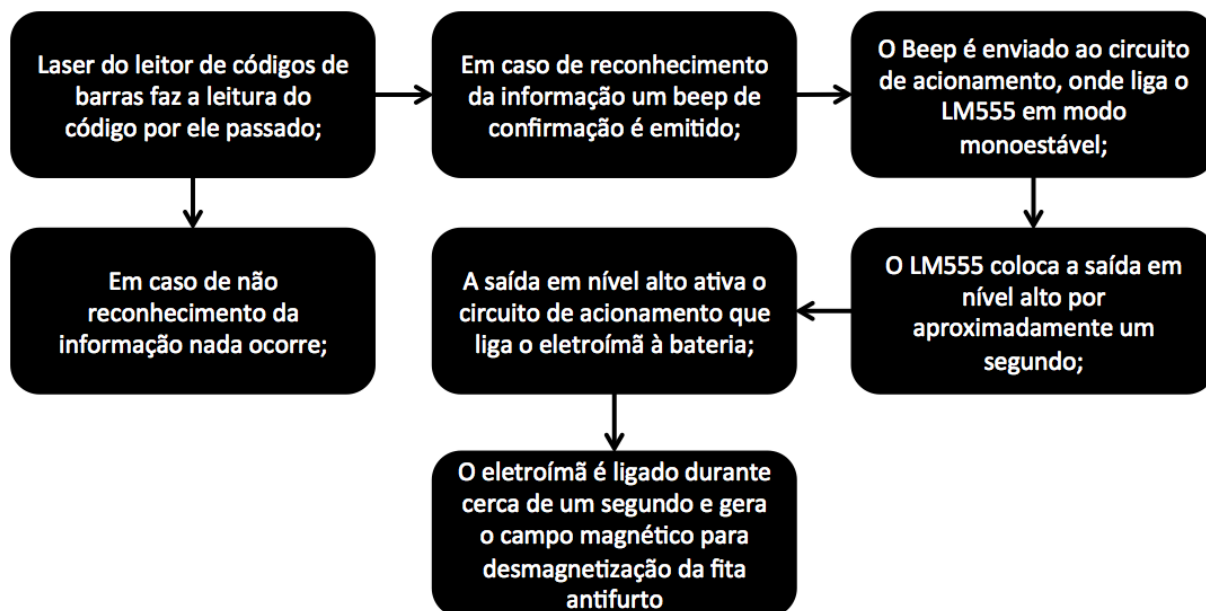


Figura 3 - Diagrama funcional do sistema

Fonte: Autoria própria

1.8 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Neste documento serão descritas as pesquisas realizadas para a solução do problema apresentado. Nele são indicadas ainda as definições de tecnologias utilizadas para cada parte do desenvolvimento com descrições das especificações componentes e equipamentos utilizados.

Neste primeiro capítulo o projeto foi introduzido, objetivos e métodos apresentados, além de mostradas justificativas e sistemas semelhantes.

No capítulo 2 são apresentadas individualmente as tecnologias disponíveis e que foram integradas para formar o sistema.

No capítulo 3 é proposto o projeto do sistema para se atingir o objetivos propostos

O capítulo 4 mostra a construção do protótipo do sistema proposto.

O capítulo 5 é onde é mostrada a validação do sistema desenvolvido.

O capítulo 6 apresenta problemas encontrados durante os testes que necessitam de atenção em trabalhos futuros.

Por fim o capítulo 7 apresenta as conclusões a respeito do projeto desenvolvido.

2 DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS

Neste projeto o sistema de aquisição da informação sobre o produto é composto por um leitor de código de barras, um computador, a embalagem de um produto qualquer com código de barras, a etiqueta antifurto e um desmagnetizador.

O leitor de código de barras tem por função fazer a leitura da etiqueta, ou seja, a aquisição de dados.

O computador no carrinho recebe os dados do leitor de código de barras e armazena. Além de fornecer energia via USB ao leitor.

A embalagem é apenas a caixa de um produto qualquer com código de barras para os testes.

O eletroímã faz a desmagnetização da tarja magnética permitindo que o produto passe pelas antenas antifurto nas saídas do supermercado sem acioná-las para avisar de tentativa de furto.

A relação entre as peças é mostrada na Figura 4.

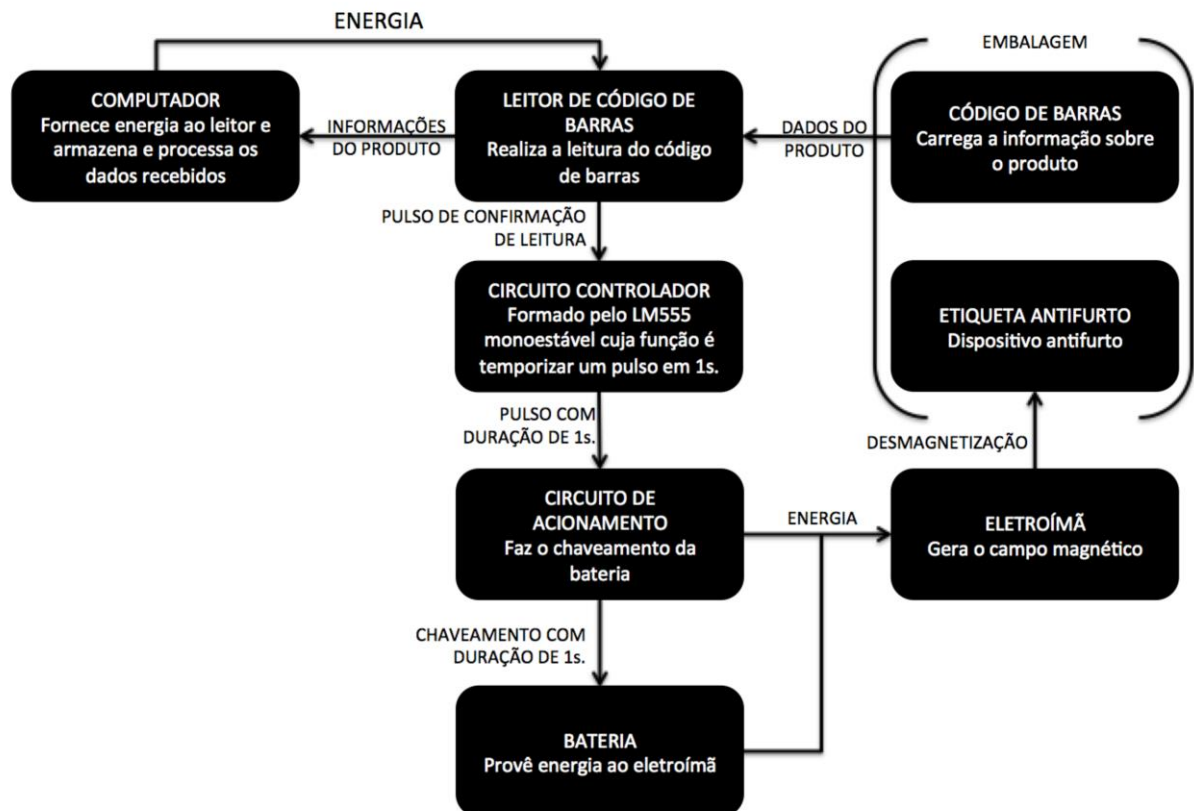


Figura 4 - Relação entre as peças do sistema.

Fonte: Autoria própria.

A seguir é apresentada a descrição detalhada de cada tecnologia, bem como apresentação dos modelos utilizados.

2.1 CÓDIGO DE BARRAS

O código de barras é uma representação gráfica de um código numérico ou alfanumérico. O código é representado por barras que são lidas por um leitor próprio. As barras são interpretadas pelo leitor como 0 e 1. A Figura 5 mostra um exemplo de um código de barras genérico.

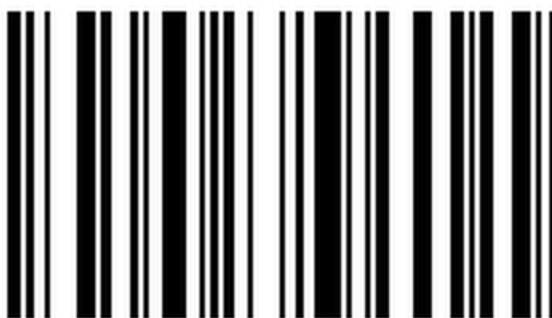


Figura 5 - Exemplo de um código de barras genérico.

Fonte: Autoria própria.

O desenvolvimento do código de barras começou em 1948 pelas mãos de Bernard Silver e Norman Joseph Woodland. Entretanto, o sistema era baseado em tinta e luz ultra violeta o que o tornava muito caro e a tinta instável fazendo com que a utilização comercial só tivesse início cerca de 25 anos depois, tempo que precisou-se para o aperfeiçoamento do sistema permitindo seu uso confiável. Às 8:01 da manhã de 26 de junho de 1974, um cliente do supermercado Marsh's na cidade de Troy, no estado americano de Ohio, fez a primeira compra de um produto com código de barras. O produto comprado foi um pacote com dez chicletes Wrigley's Juicy Fruit Gum. (BURKE, 1989)

Desde então houve o desenvolvimento de novos códigos e padrões para atenderem a toda a demanda de aplicações que surgiram. Hoje o código de barras é utilizado em indústrias, varejo, hospitais e etc.

2.1.1 O Padrão EAN-13

Todos os códigos de barra são iguais: barras pretas e brancas que são decodificadas para 0 e 1. Entretanto é necessário que exista uma padronização desta codificação. Conforme explicado por Burke, o padrão EAN-13 (de *European Article Number*, embora atualmente chamado de International Article Number mantendo-se a sigla) é o padrão mais utilizado na atualidade. Este padrão é formado por 13 dígitos dos quais 12 são os dados do produto e 1 é o chamado código verificador. O padrão é regulado pela GS1, uma organização internacional onde todo código EAN-13 deve ser cadastrado antes de ser usado. A GS1 possui filiais em diversos países para atenderem as diversas empresas usuárias do padrão.

Na Figura 6 vê-se uma foto do código de barras de um produto. Este código será usado para explicar a formação do padrão EAN-13.

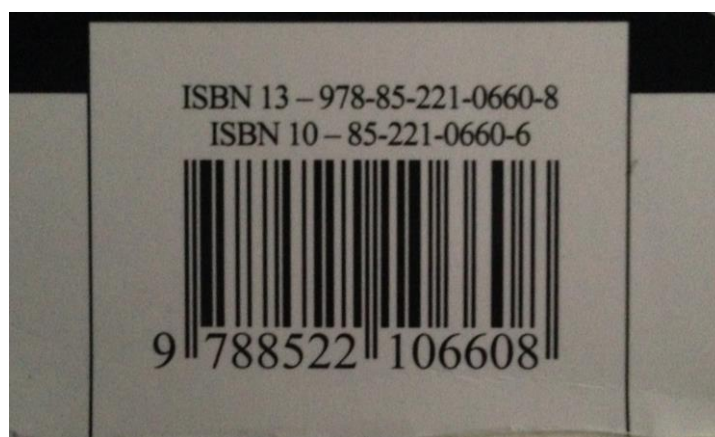


Figura 6 - Foto de um código de barras EAN-13.

Fonte: Autoria própria.

Por ser o código de barras de um livro o mesmo vem acompanhado do ISBN, mas o foco se mantém ao código 9 788522 106608 que é o número codificado pelo código de barras.

Os primeiros três dígitos mostram o local onde o código EAN foi registrado perante a GS1. Ou seja, se um produto for produzido na China, por uma empresa alemã e for registrado junto a filial GS1 brasileira o seu código será o código brasileiro 789. Em casos especiais esse código pode ser específico, no exemplo da Figura 8 o código usado é o especial para livros 978.

Os próximos 9 dígitos (8522 10660) são os códigos da empresa e do produto. Não há um número fixo de dígitos para a empresa e para os produtos dela, mas usualmente quanto maior a variedade de produtos que uma empresa tem menor será o código da empresa e maior o código do produto.

O último dígito é o dígito verificador cuja função é validar os 12 dígitos lidos anteriormente. O dígito verificador é calculado via um algoritmo específico demonstrado a seguir aplicado ao código 978852210660(8) da Figura 8.

a) Soma-se todos os dígitos das posições ímpares:

$$9+8+5+2+0+6 = 30$$

b) Soma-se todos os dígitos das posições pares:

$$7+8+2+1+6+0 = 24$$

c) Multiplica-se a soma dos dígitos das posições pares por 3:

$$24 \times 3 = 72$$

d) Somam-se os valores obtidos nos passos a e c:

$$30 + 72 = 102$$

e) Determina-se o número que deve ser adicionado ao resultado da soma para se criar um múltiplo de 10.

$$102 + 8 = 110$$

Como mostrado 8 é o dígito verificador. Em cada leitura do código de barras o *software* realiza esse algoritmo e compara o resultado com o dígito verificador, se forem diferentes houve um erro e a leitura é repetida (FAVREAU, 2011).

2.1.2 Código de barras utilizado

Neste projeto o padrão utilizado é o EAN-13, pois os testes serão realizados em embalagens de produtos de origem brasileira. Deve-se ter em mente que os leitores modernos são capazes de identificar vários códigos distintos, logo qualquer código poderia ser utilizado sem prejuízos ou adaptações necessárias.

2.2 LEITOR DE CÓDIGO DE BARRAS

Um leitor de código de barras é um dispositivo usado para ler o código de barras e decodifica-lo. Seu funcionamento se assemelha a um scanner

convencional: uma fonte de luz, uma lente e sensores óticos para converter sinais óticos em sinais elétricos. Adicionalmente, os leitores modernos possuem processador e memória embarcados para que o leitor não dependa de um computador periférico para decodificar códigos e salvar configurações.

Existem vários tipos de leitores de código de barras, a saber: leitor do tipo caneta, leitor a laser, leitor CCD e leitores do tipo câmera. Para aquisição de produtos usualmente o que é utilizado é o leitor a laser pelo seu bom custo-benefício. Esse tipo de leitor usa um raio laser como fonte de luz e normalmente contém um espelho ou um prisma rotativo para fazer a varredura do feixe de laser e para receber os dados do código de barras. Como sensor ótico são aplicados fotodiodos, cuja função é medir a intensidade da luz refletida pelo código de barras. A luz emitida pelo leitor é analisada pela variação no padrão de reflexão como padrão para receber dados e o fotodiodo contém um circuito receptor que é concebido para detectar apenas os sinais com o mesmo padrão de modulação. A partir do leitor do tipo laser desenvolveu-se o leitor do tipo omnidirecional no qual vários feixes são criados em ângulos diferentes, isso permite que o código de barras seja lido em diversas posições. Leitores omnidirecionais são os leitores vistos em supermercados pelo ganho de velocidade que permitem.

Leitores também podem ser classificados pelo tipo de conexão que utilizam. Leitores antigos utilizavam padrão RS-232 mostrado na Figura 7 para conexão, mais tarde o padrão PS2 mostrado na Figura 8 foram adotados por permitirem padronização com os teclados da época. Os modelos mais recentes utilizam conexões USB mostrado na Figura 9 ou tecnologias sem fio.



Figura 7 - Padrão RS-232.

Fonte: MSX Resources Center.

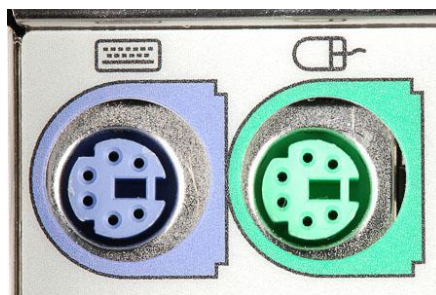


Figura 8 - Padrão PS2.

Fonte: Online Tech Tips.



Figura 9 - Padrão USB.

Fonte: Wisegeek.

Uma última característica importante dos leitores é a resolução de leitura. Tal informação identifica o tamanho do ponto emitido pelo leitor. Essa característica é importante para a fabricação do leitor uma vez que uma resolução muito alta faria com que o leitor pudesse ler dois espaços ou duas barras como uma única. O oposto também é problemático já que dois pontos muito pequenos poderiam ler uma mesma barra ou espaço também causando erros. Alguns leitores possuem algoritmos que, em conjunto com elementos de teste no código de barras, permitem que o código seja lido apenas dentro de uma faixa de distância apropriada.

2.2.1 Leitor de código de barras utilizado

Neste projeto o modelo de leitor utilizado é o Fusion MS3780 da Honeywell, modelo mostrado na Figura 10.



Figura 10 - Leitor Fusion MS3780.

Fonte: Honeywell.

Este modelo se trata de um leitor omnidirecional e com conexão via USB. Sua programação é feita via *software* MetroSet2 fornecido pela fabricante. Neste *software* pode-se configurar desde os sons emitidos pelo leitor até sua frequência de leitura. Após a configuração o *software* imprime um código de barras que deve ser lido pelo leitor para que o mesmo aceite as novas configurações.

2.3 SISTEMA ANTIFURTO

O grande problema que furtos são para estabelecimentos comerciais explicam os grandes investimentos feitos na área de segurança: câmeras, lacres, produtos fechados, etc. Visando evitar a saída de produtos roubados das lojas empresas de tecnologia desenvolveram sistemas que avisam quando um produto está sendo retirado da loja, uma vez que manter um segurança em cada corredor seria extremamente caro e muitas vezes falho. A Figura 11 mostra um exemplo de antena antifurto na saída de um estabelecimento.



Figura 11 - Antenas antifurto.

Fonte: 3M.

O sistemas antifurto atuais podem ser divididos em três grupos segundo a tecnologia que cada um usa para identificar a saída não autorizada de produtos do estabelecimento. São elas: rádio frequência, acusto magnético e eletromagnético.

2.3.1 Rádio Frequência

Os sistemas baseados em rádio frequência (RFID) é o sistema mais utilizado no mundo graças a grande variedade de tipos de etiquetas que esta tecnologia possui podenda atuar nos mais diversos segmentos de negócio. A tecnologia RF utiliza por padrão a frequência 8,2 MHz para seu funcionamento. As Figuras 12 e 13 mostram dois tipos de etiquetas disponíveis nesta tecnologia.



Figura 12 - Etiqueta antifurto.

Fonte: Hexport do Brasil.



Figura 13 - Grampo antifurto.

Fonte: Hexport do Brasil.

2.3.2 Acusto magnético

A segunda tecnologia disponível para sistemas antifurto é a tecnologia acusto magnética. Tal tecnologia utiliza frequência AM de 56kHz para seu funcionamento.

Sua principal vantagem é o baixo custo em relação às outras tecnologias (HEXPORT,2015). Aliado a isso está o alto poder de detecção das etiquetas desta tecnologia permitindo grandes vãos entre as antenas nas saídas dos estabelecimentos.

A Figura 14 mostra uma etiqueta RFID.



Figura 14 - Etiqueta acusto magnética.

Fonte: Hexport do Brasil.

2.3.3 Eletromagnético

O último sistema existente é o eletromagnético que utiliza indução magnética para seu funcionamento. Por não utilizar frequências específicas este sistema não sofre interferências e também não é afetado por objetos metálicos. É o sistema mais utilizados em bibliotecas, locadoras e lojas de cosméticos dada a discrição das etiquetas nos produtos, as quais podem muitas vezes passar despercebidas pelos usuários. A Figura 15 mostra exemplares da etiqueta desta tecnologia e a Figura 16 mostra um desativador/reactivador de etiquetas.

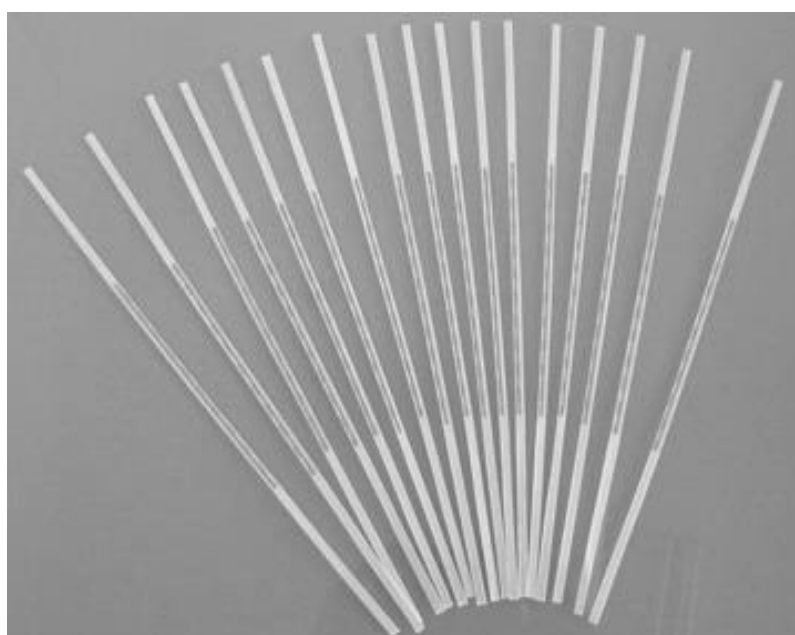


Figura 15 - Fitolho eletromagnético.

Fonte: Hexport do Brasil.



Figura 16 - Desativador/Reativador de Etiquetas.

Fonte: Hexport do Brasil.

2.3.4 Sistema antifurto utilizado

Para o desenvolvimento do sistema antifurto proposto neste trabalho a tecnologia escolhida é a eletromagnética, dada a simplicidade de se trabalhar com a tecnologia além do fato de que os equipamentos disponíveis para teste utilizarem tal tecnologia. A Figura 15 mostrada anteriormente, mostra o modelo de etiqueta utilizado para o teste enquanto que a Figura 17 mostra as antenas nas quais os testes de desmagnetização foram realizados.



Figura 17 - Antenas antifurto da biblioteca da UTFPR

Fonte: Autoria própria.

2.4 DEMAIS SISTEMAS, PEÇAS E EQUIPAMENTOS

A integração de todos os sistemas para se chegar ao projeto final exige o uso de itens extras, os quais são descritos neste tópico.

2.4.1 Computador

Neste projeto a função do computador se resume a alimentar o leitor de códigos de barra. Em sistemas implantados comercialmente, por outro lado, o computador também possui a função de receber os dados do leitor do código de barras e processar a informação gerando a fatura final, consultando estoques e etc.

2.4.2 Circuito controlador do eletroímã

Após a leitura bem sucedida do código de barras o leitor de código de barras emite um sinal para ativar um *beep* de confirmação. Aproveita-se este sinal para ativar um temporizador LM555 que por sua vez aciona um transistor que liga o eletroímã para a desmagnetização.

2.4.3 Eletroímã

Para a função de desmagnetizar as etiquetas os desmagnetizadores disponíveis no mercado não atenderam aos requisitos para o projeto, principalmente por apresentarem uma ou mais das seguintes características:

- 1) Necessidade de contato entre uma superfície metálica e a etiqueta;
- 2) Não permitir a passagem do laser pelo meio do desmagnetizador;
- 3) Utilizar-se de um ímã permanente não permitindo o controle de quando haverá ou não desmagnetização.

Por tais motivos julgou-se apropriado utilizar-se de um eletroímã simples formado apenas por um enrolamento de fio de cobre esmaltado AWG 16. Ao ser acionado o campo magnético do eletroímã desativa a etiqueta cumprindo a função de desmagnetização. A Figura 18 mostra a bobina que atua como eletroímã.



Figura 18 – Bobina.

Fonte: Aatoria própria.

Nota-se que o mesmo foi enrolado não em formato circular uma vez que a etiqueta tem um formato longo e um grande raio também causaria perda de fluxo magnético. Aparelhos de desmagnetização comerciais normalmente possuem a bobina enrolada de forma quadrada já que assim se obtém uma grande área de desmagnetização e em tais aparelho o núcleo da bobina é ferromagnético reduzindo a perda de fluxo.

Para se obter um parâmetro do campo magnético que deve ser gerado pelo desmagnetizador, mediu-se o campo gerado pelo desmagnetizador presente na biblioteca da UTFPR utilizando-se um gaussímetro. O valor obtido foi de $80,9\mu\text{T}$ diretamente sobre a superfície do desmagnetizador como mostrado na Figura 19.



Figura 19 - Medição de campo magnético em um desmagnetizador comercial.
Fonte: Autoria própria.

Para se dimensionar o eletroímã foi utilizada a fórmula de campo magnético em um solenoide mostrada abaixo. (HALLIDAY, 2002)

$$B = \mu \cdot \frac{N}{L} \cdot I$$

Onde μ é a permeabilidade magnética do meio, N é o número de espiras, L é o comprimento do solenoide e I a corrente elétrica. Para o estudo em questão tais grandezas assumem os valores: $\mu = 1,25\mu$ H/M, $B = 80,9\mu$ T, $L = 5$ cm e $I = 16,5$ A. Substituindo-se os valores na fórmula chega-se ao valor aproximado de 20 espiras.

3 SISTEMA PARA LEITURA DE CÓDIGO DE BARRAS COM "FEEDBACK" PARA AQUISIÇÃO E SEGURANÇA DE PRODUTOS EM SUPERMERCADOS

Para alcançar o objetivo do projeto dois sistemas devem trabalhar em conjunto: leitura de código de barras e sistema antifurto por etiquetas magnéticas. A seguir será apresentado o funcionamento do sistema de aquisição bem como os aspectos de sua montagem e desenvolvimento.

3.1 A ETIQUETA DE AQUISIÇÃO ANTIFURTO

O primeiro passo é a inserção da etiqueta *Tattle-Tape* na embalagem de teste, tal inserção pode ser feita internamente ou externamente a embalagem. É importante que a etiqueta seja posicionada de forma perpendicular ao código de barras, como mostrado na Figura 20, para que o sentido do campo magnético tenha sucesso na desmagnetização. Tal posição se deve a posição do leitor de código de barras em relação ao eletroímã.



Figura 20 - Etiqueta antifurto em uma embalagem.

Fonte: Autoria própria.

3.2 LEITURA E DESMAGNETIZAÇÃO

O equipamento localizado no carrinho responsável por ler o código de barras, enviar a informação para o computador também localizado no carrinho e desmagnetizar a etiqueta é formado pelo leitor de código de barras e pelo circuito com o temporizador e o acionamento do eletroímã além do eletroímã. Todas as peças são agrupadas em uma matriz de contatos sendo que as peças do leitor de

código de barras são presas à matriz por meio de fios metálicos e o restante dos componentes através de solda como feito usualmente.

Ligado à saída de confirmação de leitura do leitor de código de barras estão o *buzzer* responsável pelo *beep* de confirmação de leitura e a entrada do circuito controlador do eletroímã, de forma que quando o *beep* de leitura confirma a leitura, o eletroímã também é acionado desmagnetizando a etiqueta de segurança.

4 PROJETO E MONTAGEM DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO

O primeiro passo para a montagem do sistema de aquisição consistiu em desmontar o leitor Fusion MS3780 afim de obter o leitor interno para adaptação ao projeto como mostrado na Figura 21



Figura 21 - Peças do leitor acopladas a matriz de contatos

Fonte: Autoria própria

Tal adaptação é necessária porque seria muito difícil se obter o sinal do *beep* através da carcaça, além do que o posicionamento na carcaça final do protótipo também seria dificultado.

Em seguida, com o uso do osciloscópio, obteve-se o sinal gerado pelo *buzzer* ao gerar o *beep* de confirmação de leitura como mostrado na Figura 22. Tal visualização é necessária para se saber se o sinal será capaz de ativar a entrada do LM555.

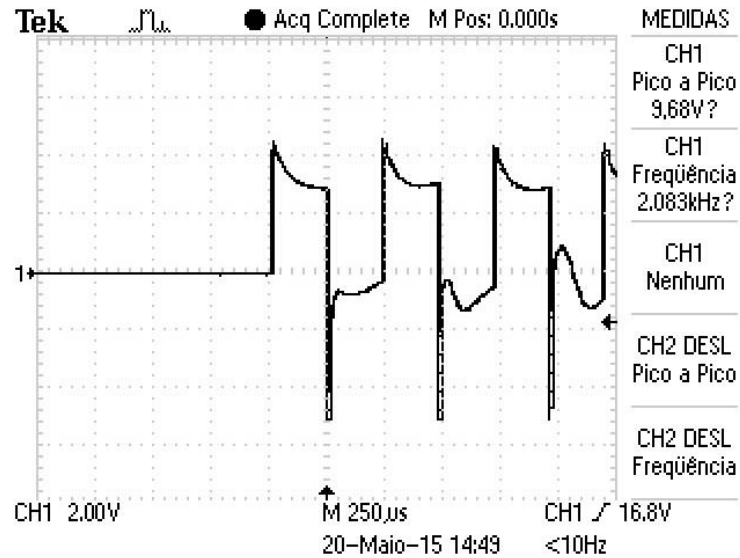


Figura 22 - Sinal gerado pelo leitor de código de barras.

Fonte: Autoria própria.

Para que este sinal seja gerado pelo leitor de códigos de barras basta que se ligue o leitor a uma porta USB para que o leitor ligue. Após isso deve-se aproximar do leitor um código de barras padrão. Como o leitor está em sua configuração padrão qualquer código de barras aproximado, independentemente do padrão do mesmo, o leitor identificará o código informando o sucesso na leitura.

Com o sinal de confirmação de leitura identificado, o próximo passo consiste em desenvolver o circuito que recebe esse sinal em sua entrada, trata, temporiza e ativa o eletroímã para desmagnetização. O circuito é o apresentado na Figura 23.

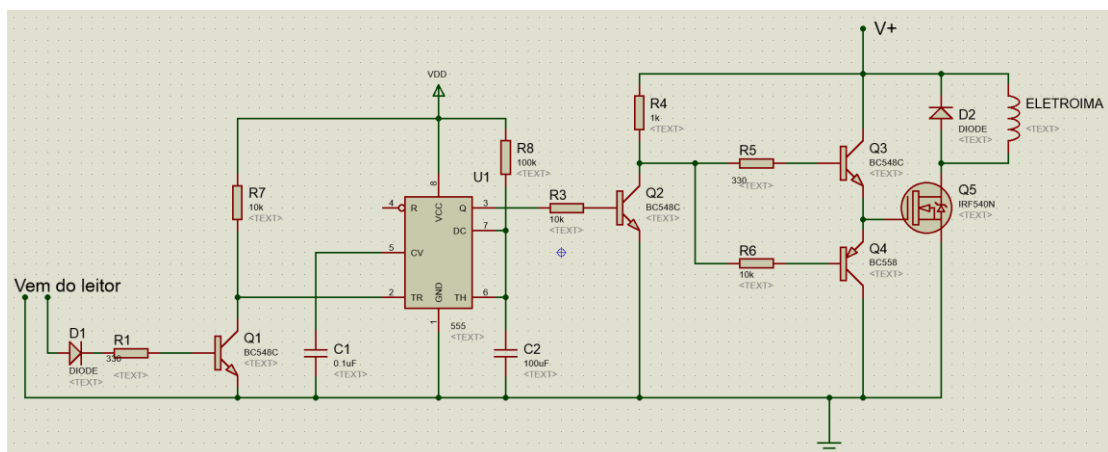


Figura 23 - Circuito de acionamento do eletroímã.

Fonte: Autoria própria.

O circuito mostrado pode ser dividido em três partes as quais podem ser identificadas pelas Figuras 27, 28 e 31: circuito de tratamento de sinal de entrada, o LM555 em modo monoestável e o circuito de acionamento.

A primeira parte consiste no circuito de tratamento do sinal de entrada o qual, como o próprio nome já diz, trata o sinal vindo de *buzzer* para que o LM555 seja acionado. Este circuito é mostrado em detalhes na Figura 24 a seguir.

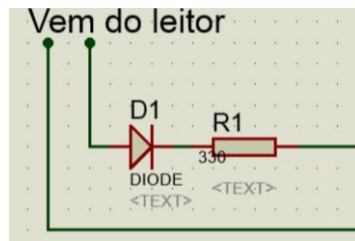


Figura 24 - Circuito de tratamento do sinal.

Fonte: Autoria própria.

O diodo D1 elimina a parte negativa do sinal do leitor para evitar a queima do transistor ou do LM555 enquanto que o resistor R1 apenas limita a corrente do leitor para que o mesmo não corra riscos de queimar.

A próxima parte do circuito é o temporizador LM555 operando em modo monoestável mostrado na Figura 25.

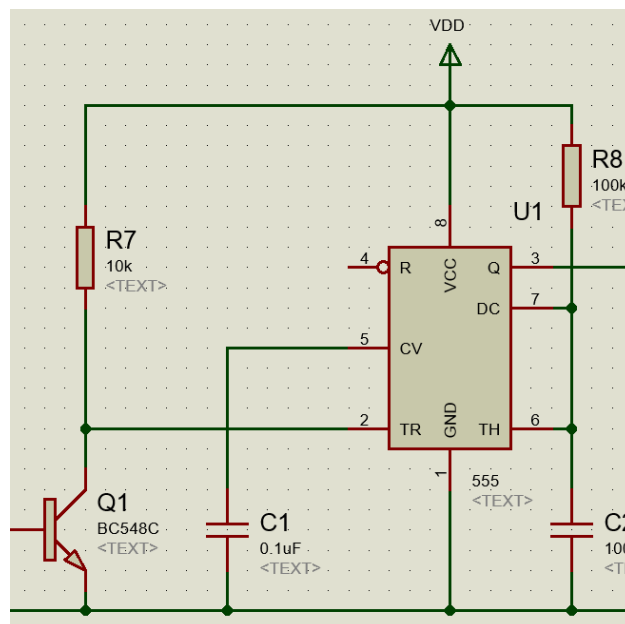


Figura 25 – Temporizador LM555 em modo monoestável.

Fonte: Autoria própria.

O CI LM555 é utilizado em temporizadores de precisão e osciladores. Com este CI obtém-se temporizações precisas desde microssegundos até horas. Quando utilizado em modo monoestável o tempo de temporização é controlado por meio de capacitores e resistores externos a ele. Nesta configuração o pino de entrada 2 está constantemente em nível alto, logo o mesmo para funcionar deve ser colocado para nível baixo como mostrado na Figura 26.

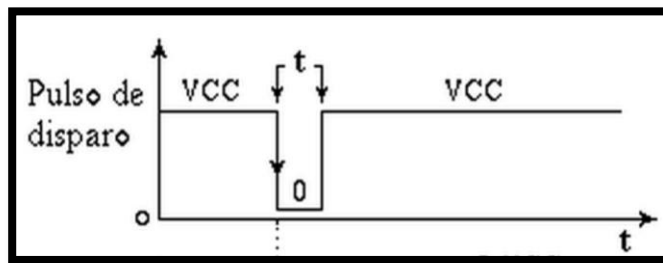


Figura 26 - Pulso de disparo.

Fonte: SOUZA, 2015

Quando o leitor emite o sinal de entrada seus sinais positivos fecham o chaveamento no transistor BC548 ativando o sinal de pulso.

Desta forma o Capacitor C2 começa a carregar até atingir $2/3$ de Vdd que é a tensão de alimentação do circuito monoestável. Durante este tempo a saída na porta 3 é mantida em nível alto. A fórmula que rege a duração do pulso em 3 é dado pela fórmula “Tempo do pulso” = $1,1 * R8 * C2$. Para este experimento o objetivo é que o eletroímã permaneça ligado por cerca de 1 segundo logo os valores escolhidos para o capacitor e o resistor foram, respectivamente, de $1\mu\text{F}$ e $1\text{M}\Omega$. Na Figura 27 vê-se em verde a tensão de saída que se mantém elevada durante o tempo escolhido, o qual é regido pelo tempo de carregamento do capacitor C2 até $2/3$ de Vdd mostrado em vermelho. Todo o processo é desencadeado pelo pulso na entrada do circuito mostrado em amarelo.

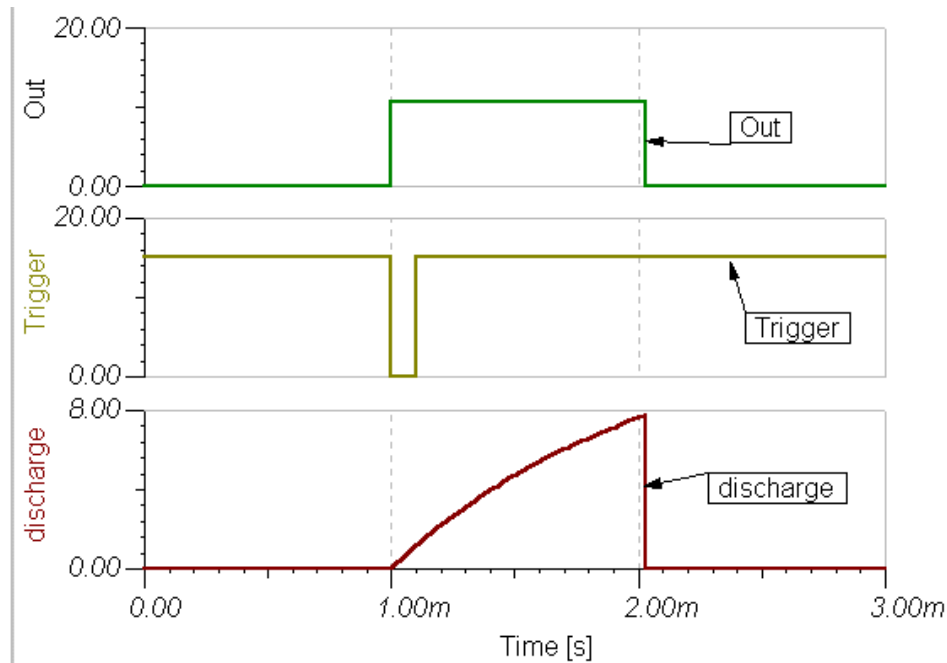


Figura 27 - Tensões de saída, entrada e no capacitor no circuito monoestável.

Fonte: SOUZA, 2015

O tempo de duração do sinal de saída é escolhido levando-se em conta o tempo para desmagnetizar a etiqueta e a corrente que passa pelo eletroímã, já que este tempo deve ser suficiente para haver a desmagnetização mas não tão alto a ponto de superaquecer a bobina do eletroímã.

A última parte do circuito, o circuito de acionamento, tem a função de receber o sinal do LM555 e ativar o eletroímã uma vez que o LM555 não fornece em sua saída a potência necessária para o eletroímã. O circuito de acionamento é mostrado abaixo na Figura 28.

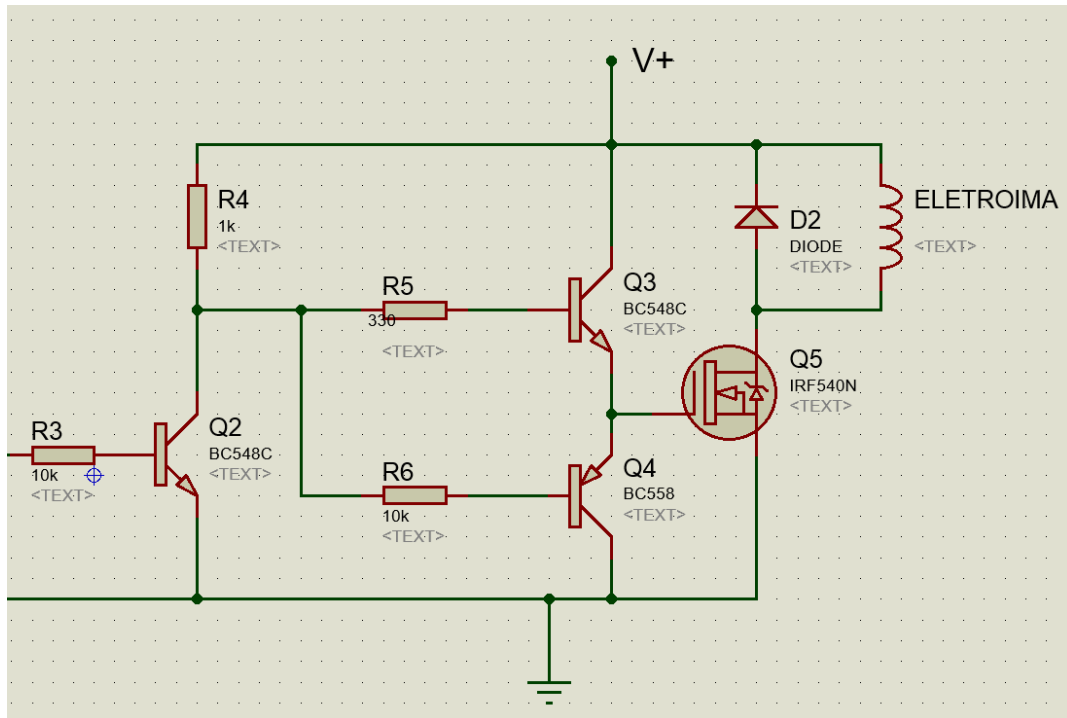


Figura 28 - Circuito de acionamento

Fonte: Autoria própria.

O principal componente deste circuito é o MOSFET IRF540N. Este transistor tem por função o chaveamento do eletroímã sempre que seu pino de *Gate* for acionado. O IRF540N é um transistor de potência e sua escolha se dá devido a alta corrente que o mesmo pode suportar, a qual segundo o *datasheet* do fabricante pode chegar a 33A. A potência deste circuito é suprida por uma bateria automotiva. A escolha desta bateria ocorre pela alta corrente exigida pela bobina.

A Figura 29 mostra o circuito implementado em matriz de contatos juntamente com os componente do leitor de código de barras.

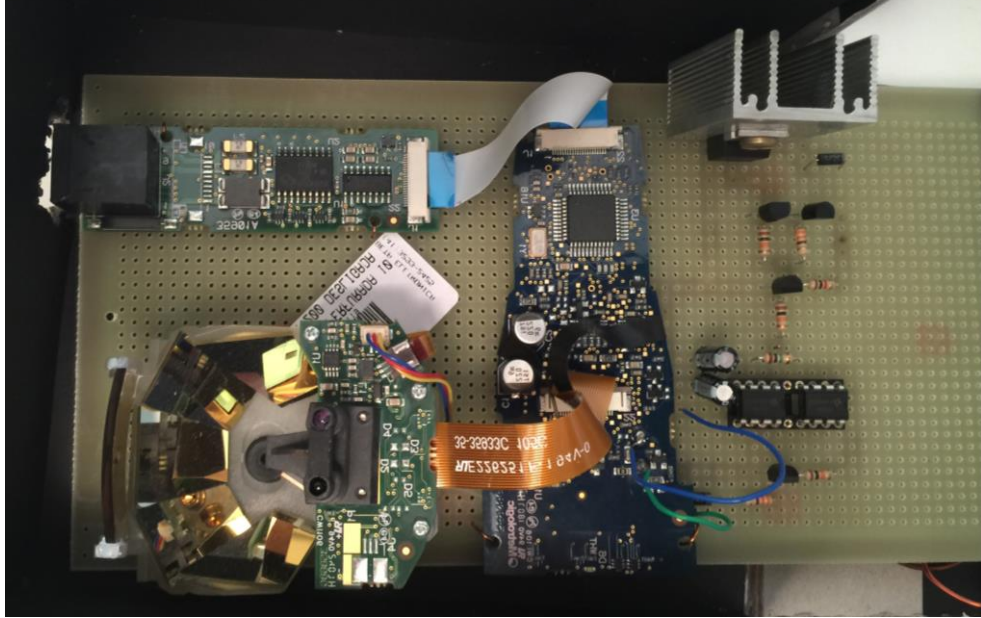


Figura 29 - Circuito implementado.

Fonte: Autoria própria.

A Figura 30 mostra o sistema finalizado com a matriz de contatos acomodada em uma caixa já com o eletroímã posicionado acima do leitor do código de barras.



Figura 30 - O protótipo finalizado.

Fonte: Autoria própria.

5 VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO

O objetivo dos testes foi visualizar se o leitor é capaz de ler o código de barras, acionar o eletroímã e também se o eletroímã é capaz de gerar o campo magnético forte o bastante para desmagnetizar a etiqueta. Os testes foram realizados da biblioteca do Câmpus Curitiba da Universidade Tecnológica Federal do Paraná uma vez que esta dispõe de um desmagnetizador comercial e antenas antifurto.

Para o teste inicialmente passou-se uma das etiquetas não desmagnetizada pelas antenas, as quais dispararam o alarme mostrando que aquela etiqueta estava magnetizada e protegida contra furtos.

O passo seguinte foi passar uma folha em branco pelo leitor do código de barras sem que houvesse um código nela. O leitor não emitiu aviso de leitura mostrando que não estava reconhecendo código algum.

Utilizando-se do desmagnetizador comercial presente na biblioteca desmagnetizou-se a etiqueta e a mesma foi passada entre as antenas. Não havendo sinal sendo emitido a desmagnetização foi bem sucedida.

Em seguida colocou-se outra etiqueta cuja magnetização fora testada em posição de leitura e desmagnetização. O leitor emitiu o sinal de confirmação de leitura mostrando que o leitor reconheceu o código posicionado.

A etiqueta foi passada através das antenas antifurto as quais emitiram sinal informando que a desmagnetização não havia ocorrido. A leitura e desmagnetização foi repetida porém com a tensão no circuito de acionamento elevada. A esta altura a fonte de potência do circuito ainda eram fontes eletrônica CC. Entretanto tais fontes possuem uma corrente de saída máxima de 3A a qual não gera o campo necessário para a desmagnetização. Mesmo com uma segunda fonte CC acoplada em paralelo à primeira ainda assim a corrente sobre a bobina não passou de 4A.

Para resolver o problema da falta de corrente sobre o eletroímã optou-se por uma bateria de automóveis. A bateria escolhida foi a bateria marca Moura modelo M40SD cuja corrente máxima é de 40A.

Com a bateria adicionada ao circuito um novo teste foi realizado e desta vez houve sucesso na desmagnetização comprovada pela passagem através das antenas antifurto. Devido a velocidade do pulso magnético o gaussímetro não foi

capaz de medir o campo gerado, entretanto um amperímetro ligado em série a bobina registrou 16,56A no pico da corrente na bobina como mostrado na Figura 31.



Figura 31 - Corrente máxima sobre a bobina.

Fonte: Autoria própria.

Após ter sido passada pelas antenas sem disparar os alarmes a *Tattle-Tape* foi passada pelo remagnetizador comercial disponível para testar se a etiqueta não foi danificada na desmagnetização, ocorrendo a remagnetização a *Tattle-Tape* foi passada novamente pelas antenas as quais disparam avisando do furto. O diagrama dos testes é mostrando na Figura 32.

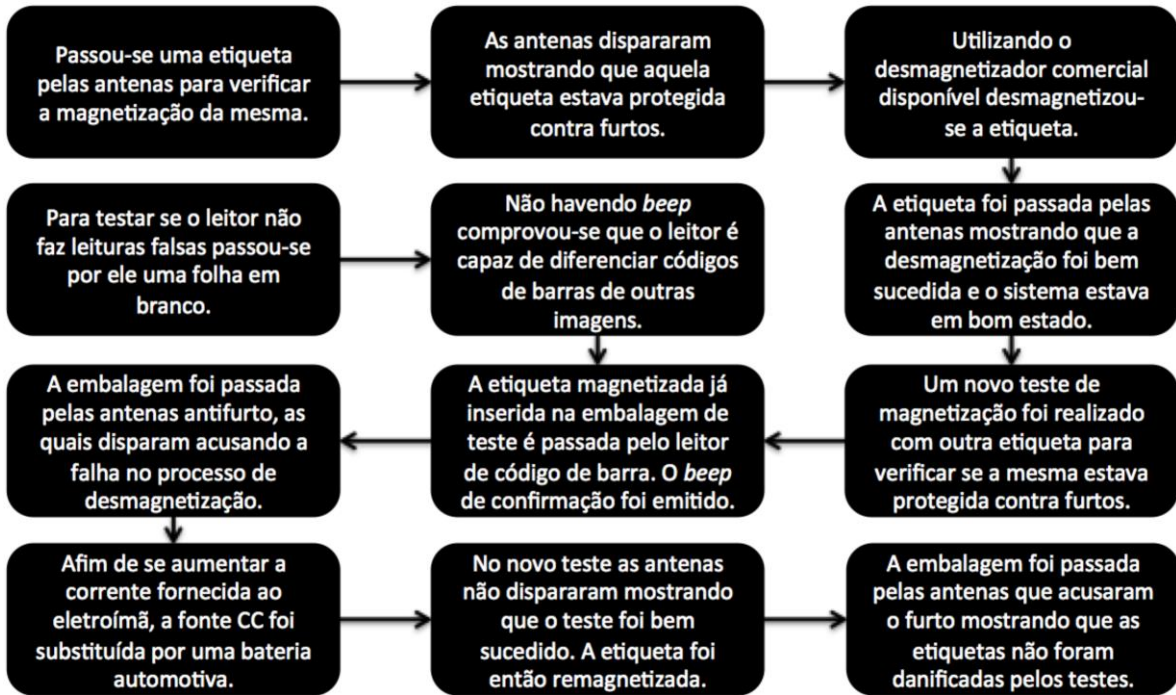


Figura 32 - Diagrama dos testes.

Fonte: Autoria própria.

6 CONTINUIDADE DO PROJETO

Durante os testes alguns problemas foram encontrados exigindo que ajustes sejam feitos dando margem a trabalhos futuros caso se deseje a aplicação comercial do projeto.

Em primeiro lugar, notou-se a dificuldade em utilizar a etiqueta *Tattle-Tape* em um ambiente tão variado como estabelecimentos varejistas. O formato em fita mostra-se facilmente adaptável para o uso em caixas de papelão como as usadas para os testes é funcional, entretanto em embalagens moles como sacos de arroz, açúcar e outros, a adaptação acaba sendo comprometida. Dessa forma seria preciso o desenvolvimento de uma nova fita antifurto com formato reduzido e que possa ser adaptado aos mais diversos tipos de embalagens disponíveis.

Outro problema encontrado foi com relação a energia exigida pelo eletroímã para cada pulso de desmagnetização. Para fins de exemplo teórico considerando-se o valor nominal de carga máxima da bateria (12Ah), que esta tem um funcionamento igual desde sua carga total até o seu fim e que cada pulso de leitura tem 16,5A durante um segundo, chega-se que cada carga da bateria faria 2600 leituras. Entretanto, baterias do tipo utilizado mantém sua tensão nominal até 1/3 de sua carga total (PEIXOTO,2012) de forma que 1700 leituras ainda seriam possíveis antes que a bateria deixasse de fornecer a corrente necessária para o eletroímã. Esse número de leituras pode ser considerado suficiente para evitar recargas frequentes considerando compras de pequeno volume, entretanto deve-se notar que a bateria utilizada é uma bateria para carros, logo suas dimensões são grandes além de possuir uma massa total de 13Kg. Isso dificulta que o sistema de aquisição seja embutido nos carrinhos de compra para uso dos consumidores durante as compras. Por outro lado, este é um problema de fácil resolução pois uma bateria de menor capacidade pode ser utilizada afinal uma bateria com 50% desta capacidade ainda seria capaz de realizar cerca de 850 leituras. Outra solução é a de utilizar o sistema em máquinas de autoatendimento como a mostrada na Figura 33 retirada de um artigo sobre autoatendimento em supermercados da Federação do Comércio de São Paulo (FECOMERCIO SP, 2015). Note-se que nestes modelos utilizados na Europa e EUA não há sistema antifurtos.



Figura 33 - Caixa de autoatendimento

Fonte: FecomercioSP.

7 CONCLUSÕES

Os testes descritos no capítulo 5 demonstraram o funcionamento técnico do protótipo do sistema de aquisição para supermercados. Nesse teste viu-se que é possível aliar duas tecnologias (leitor de código de barras e desmagnetizador) para atuarem de forma dependente.

Ao final deste projeto, apesar de todas as dificuldades encontradas, chega-se a conclusão de que o sistema desenvolvido tem condições de ser melhorado e aplicado em longa escala em estabelecimentos varejistas e que a maior barreira para a aplicação não é a adaptação dos estabelecimentos, mas sim de todos os fabricantes de embalagens que precisariam se convencer das vantagens e se adaptar a produção de embalagens contendo dispositivos antifurtos. Para os consumidores haveria um ganho na agilidade em suas compras e isso os motivaria a frequentar estabelecimentos com esta facilidade, estabelecimentos onde também há variedade de produtos maior e preços menores. Os supermercados ganhariam com a redução dos custos com folha de pagamento e também os estabelecimentos atrairiam mais consumidores e mais renda.

Notou-se também que, apesar de já existir um sistema superior em termos tecnológicos, o sistema RFID, o mesmo é extremamente caro pelo custos das etiquetas com tecnologia de radio frequência. Neste ponto o sistema desenvolvido apresenta vantagem sobre o existente.

Por tudo isso, o sistema para leitura de código de barras com “*feedback*” para aquisição e segurança em supermercados proposto é capaz de cumprir o objetivo de qualquer sistema de automatização: reduzir custos, trazer mais lucros e principalmente trazer soluções a problemas existentes da sociedade.

8 REFERÊNCIAS

- 3M Biblioteca. **Soluções para proteção do acervo**. Disponível em: < http://products3.3m.com/catalog/br/pt002/library/-/node_JZ93ZR4JSHbe/root_GSHL20G7FLgv/vroot_J7F38D0C3Lge/gvel_MTN0MG41HCgl/theme_br_library_3_0/command_AbcPageHandler/output_html>. Acesso em: 22 mai. 2014.
- ABRASEL. **Comer fora de casa aquece mercado**. Disponível em: < <http://rr.abrasel.com.br/index.php/component/content/article/7-noticias/271-comer-fora-de-casa-aquece-mercado->>. Acesso em: 22 mai. 2014.
- ASDA News&Blog. **Tomorrow's world: Introducing the UK's very first Rapid Scan Till**. Disponível em: < <http://your.asda.com/news-and-blogs/introducing-rapid-scan-the-exciting-future-of-check-out-technology>>. Acesso em: 22 mai. 2014.
- BALLARDIN, L.; FONTOURA, C.; FELLIPPA, C. S.; VOGT, M. S. **Análise Ergonômica dos Postos de Trabalho de Operadores de Caixas de Supermercados**. *Revista Produção*, v. 5, n. 3, 2005.
- BURKE, Harry E. **Automating Management Information Systems: Principles of Barcode Applications**. Washington: Thomson Learning, 1989.
- BURKE, Harry E. **The Bar Code Book: Fifth Edition - A Comprehensive Guide To Reading, Printing, Specifying, Evaluating, And Using Bar Code and Other Machine-Readable Symbols**. 5th edition. Washington: Trafford Publishing, 1989.
- Electronic Industries Association. Engineering Dept. **EIA standard RS-232-C: Interface between Data Terminal Equipment and Data Communication Equipment Employing Serial Binary Data Interchange**. Washington D.C., 1969.
- FAVREAU, Annie. **Symbology Based Bar Code Decoding Algorithms**. Minnesota: University of Minnesota, 2011.
- FecomercioSP. **Caixas de autoatendimento ganham espaço no Brasil**. Disponível em: < <http://www.fecomercio.com.br/NoticiaArtigo/Artigo/11454>>. Acesso em 08 jun. 2015.
- Folha de S. Paulo. **Perdas em supermercados chegam a R\$ 5,3 bilhões**. Disponível em: < <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2014/08/1500084-perdas-em-supermercados-chegam-a-r-53-bilhoes.shtml>>. Acesso em: 20 jan. 2015.
- GS GROUP. **O fim das filas nos caixas do supermercado**. Disponível em: <<http://www.gsgroup.com.br/o-fim-das-filas-nos-caixas-supermercado/>>. Acesso em: 22 mai. 2014.
- Hexport do Brasil. **Soluções em tecnologias antifurto**. Disponível em: < http://www.hexport.com.br/ecommerce/lista_produtos/2/>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de Física 3: Eletromagnetismo**. 4ed. São Paulo, LTC, 2002.

Honeywell. **Fusion 3780 Data Sheet – English**. Disponível em: <https://www.honeywellaidc.com/CatalogDocuments/Fusion3780_DS_RevA_0610_EN.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.

MOURA, Benjamim do Carmo. **Logística: conceitos e tendências**. Vila Nova de Famalicão: Edições Centro Atlântico, 2006.

MSX Resources Center. **BITcom software for RS232 data transfer**. Disponível em: <<http://www.msx.org/news/software/en/bitcom-software-rs232-data-transfer>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

Online Tech Tips. **Troubleshoot keyboard and mouse**. Disponível em: <<http://www.online-tech-tips.com/computer-tips/troubleshoot-keyboard-and-mouse-not-working-in-windows/>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

PEIXOTO, Rafael Lima. **Monitoramento de descarga de bateria com o uso de microprocessador ARM**. 2012. 70f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

SILVA, Vera Lucia Gaspar da. **Aplicações Práticas do Código de Barras**. São Paulo: Nobel, 1989.

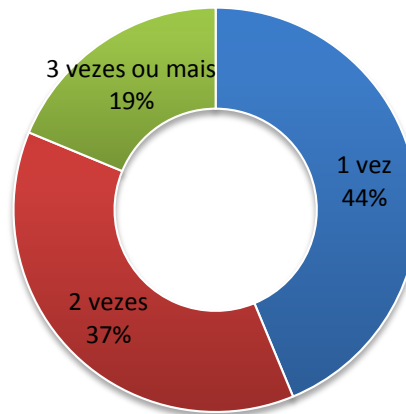
SOUZA, Ivair. **Aplicações do timer 555**. Disponível em: <<http://ivairsouza.com/CI-555.html>>. Acesso em 08 jun. 2015.

WisegEEK. **USB Cable**. Disponível em: <<http://www.wisegEEK.org/what-is-a-usb-cable.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

ANEXO I

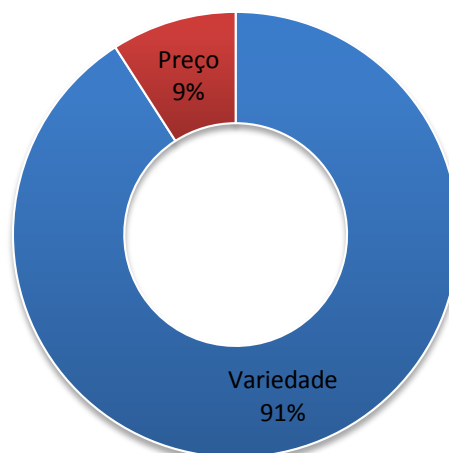
Questionário sobre uso de supermercados. Questionário realizado online com 44 pessoas entre os dias 19 e 24 de outubro de 2015.

Pergunta I) Em média quantas vezes por semana você vai a um supermercado de grande porte?



Este resultado mostra que os consumidores não vão com frequência a supermercados preferindo estabelecimentos menores.

Pergunta II) Quais os motivos ao preferir um supermercado de grande porte?



Daqui pode-se retirar duas conclusões. Primeiramente os consumidores afirmam que em supermercados elas encontram tudo que precisam, o que é um ponto atrativo nesse estabelecimentos. Em segundo lugar nota-se que ninguém respondeu agilidade como o motivo para preferirem ir a supermercados.

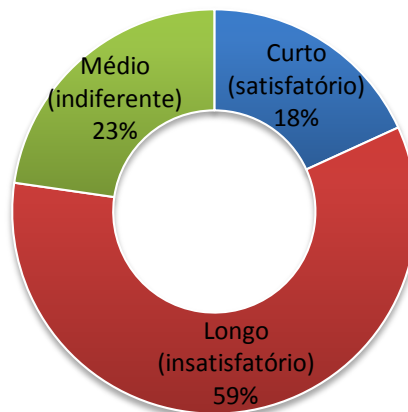
Pergunta III) Quanto tempo, em média, você gasta dentro do supermercado?



Pergunta IV) Em média, quanto tempo você leva para pagar pelas compras?

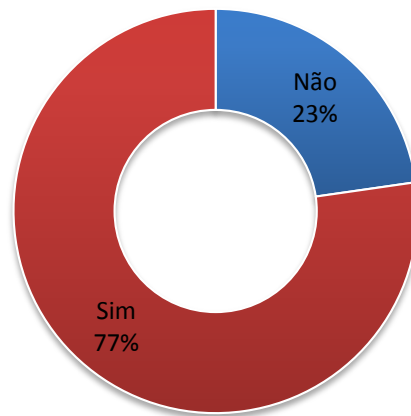


Pergunta V) Como você avalia este tempo de espera?

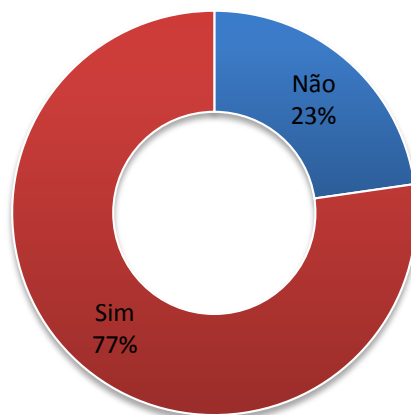


Aliando-se as respostas às perguntas III, IV e V chega-se a conclusão de que grande parte do tempo dedicado ao supermercado serve é gasto na fila do caixa e não em atividades mais necessárias como escolha de produtos. Adicionalmente vemos que isso é insatisfatório aos clientes.

Pergunta VI) Você leva em conta este tempo ao escolher entre ir a um supermercado de grande porte ou ir a um pequeno estabelecimento (açougue, padaria, minimercado, etc.)?



Pergunta VII) Caso o tempo de pagamento fosse eliminado, isso seria um diferencial para preferir fazer suas compras em estabelecimentos de grande porte?



A análise das respostas às perguntas VI e VII mostram que a redução das filas para pagamento atrairiam mais clientes aos supermercados.