UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CLAYTON DOS SANTOS FINAMOR SILVA

GESTÃO DE ESTOQUES: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE ESTOQUES UTILIZANDO RFID

JUIZ DE FORA
2022

CLAYTON DOS SANTOS FINAMOR SILVA

GESTÃO DE ESTOQUES: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE ESTOQUES UTILIZANDO RFID

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: D. Sc. Roberto Malheiros Moreira Filho

JUIZ DE FORA

2022

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Clayton dos Santos Finamor.
Gestão de estoques : Desenvolvimento de um sistema de controle de estoques utilizando RFID / Clayton dos Santos Finamor Silva. -- 2022.
96 f. : il.

Orientador: Roberto Malheiros Moreira Filho
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2022.

1. Controle de Estoques. 2. RFID. 3. Automação. 4. Logísitca. I. Filho, Roberto Malheiros Moreira, orient. II. Título.

CLAYTON DOS SANTOS FINAMOR SILVA

GESTÃO DE ESTOQUES: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE ESTOQUES UTILIZANDO RFID

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em dia 19 de janeiro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Professor D. Sc Roberto Malheiros Moreira Filho (Orientador)

Universidade Federal de Juiz de Fora

p/

Professor D. Sc Eduardo Breviglieri Pereira de Castro

Universidade Federal de Juiz de Fora

p/

Bacharel em Administração de Empresas Fábio Santos Finamor

Centro Universitário Estácio de Sá

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus familiares, a minha mãe, Marinéia dos Santos Silva, ao meu pai, Itamar Finamor Silva, por sempre darem o suporte e ajuda necessária para realização dessa meta, de forma que tudo foi facilitado e pudesse aproveitar as oportunidades que me foram oferecidas no meio acadêmico, sem o apoio deles nada seria possível. Aos meus irmãos, por sempre apoiarem e acreditarem em mim durante a minha formação e realização desse trabalho. Em especial, ao Fábio Finamor, por me orientar nesse projeto e apoiar durante minha formação. Aos meus amigos, que sempre estiveram presentes e tornaram os dias melhores, com motivações e momentos de risadas.

No período acadêmico, além do crescimento profissional, a universidade me proporcionou momentos de grande aprendizado pessoal. Através da MAIS Consultoria, CRITT, e outras experiencias acadêmicas, onde sou imensamente grato a UFJF por essas oportunidades. A todos os professores, que buscaram sempre trazer o máximo o aprendizado para os alunos, seja com experiências práticas ou teóricas para agregar a nossa formação. Por último, ao professor D. Sc. Roberto Malheiros Moreira Filho, que teve sempre muita paciência durante o andamento do trabalho e mostrou muito solicito ao acompanhar o projeto com melhorias e sugestões.

RESUMO

O crescimento do consumo e a produção em massa, também trouxe problemas relacionados ao controle da quantidade de produtos. Através da disseminação da tecnologia e com ela cada vez mais presente nas empresas e na vida pessoal, muitas atividades que antes demandavam muito tempo foram otimizadas. Diante disso, o trabalho tem o objetivo de estudar o uso da tecnologia RFID, que utiliza ondas de rádio para leitura de etiquetas, para otimizar as tarefas no controle de estoque. Foi realizado um estudo sobre a tecnologia e controle de estoques, e como a primeira pode contribuir para essa tarefa. Com base nisso, foi desenvolvida uma tecnologia de baixo custo que se adequasse a realidade das empresas brasileiras. Posteriormente realizou-se uma simulação visando mostrar como RFID associado ao uso de aplicativos poderá facilitar a tarefa do administrador de materiais e trazer ganhos para empresa. Além disso, apresenta os resultados e benefícios da tecnologia desenvolvida, assim como os custos e mudanças necessários para implantação.

Palavras-chave: RFID, controle de estoques, automação.

ABSTRACT

The growth in consumption and with mass production, also brought problems related to the control of the quantity of products. Thought the growth of technology and with it increasingly present in companies e personal life, many activities that used to take a long time have been optimized. Therefore, the work aims to study the use of RFID technology, which uses radio waves to read labels, to optimize the tasks in stock control. A study was carried out on technology and inventory control, and how the former can contribute to the task. Based on this, low-cost technology was developed to suit the reality of Brazilian companies. Subsequently, a simulation was carried out to show how RFID associated with the use of applications can facilitate the task of the materials administrator and bring gains to the company. In addition, it presents the results and benefits of the developed technology, as well as the costs and changes required for implementation.

Keywords: RFID, inventory control, automation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema utilizando RFID com leitor fixo e portátil 48
Figura 2 – Tipos de posicionamento dos leitores 48
Figura 3 – Fluxograma do processo com RFID 48
Figura 4 – Fluxograma da implementação da ferramenta 48
Figura 5 – Módulo ESP32 48
Figura 6 – Módulo RFID 49
Figura 7 – *TAG* de 13.56 Mhz 49
Figura 8 – *Jumpers* para conexão 50
Figura 9 – Cabo Serial 50
Figura 10 – Protótipo com a ligação pronta 52
Figura 11 – Diagrama de Conexão 52
Figura 12 – Código utilizado no Arduino para conexão Bluetooh e leitura das tags 54
Figura 13 – Interface Android Studio 56
Figura 14 – Janelas de Layout 57
Figura 15 – Tela principal do aplicativo 59
Figura 16 – Botão de saída acionado para retirada 59
Figura 17 – Tela da lista de produtos cadastrados 60
Figura 18 – Exemplo das informações de um item cadastrado 61
Figura 19 – Vista superior da montagem e simulação 62
Figura 20 – Simulação de um estoque 62
Figura 21 – Informações de um produto cadastrado 63
Figura 22 – Produto não cadastrado 64
Figura 23 – Todos itens registrados no estoque com a data e hora de entrada 64
Figura 24 – Simulação utilizando a chave de saída habilitada para retirada dos itens 65
Figura 25 – Estoque já com os itens retirados 66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pinos de Ligação.....49

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

RFID: IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA

TAG: ETIQUETA

GPIO: GENERAL PURPOSE INPUT OUTPUT

USB: UNIVERSAL SERIAL BUS

MHZ: MEGAHERTZ

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 13
1.2 JUSTIFICATIVA 14
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 16
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 16
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 17
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 18

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 19

2.1 LOGÍSTICA E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO 19
2.2 RFID 26
2.3 ESTOQUE FÍSICO E ADMINISTRAÇÃO DE DEPÓSITOS 30
2.4 MICROCONTROLADORES 41
2.5 PROGRAMAÇÃO E SOFTWARES 44

3. DESENVOLVIMENTO(SUBSTITUIR POR UM TÍTULO QUE REPRESENTE O CONTEÚDO DO CAPÍTULO) 48

3.1 IMPLEMENTAÇÃO DA IDEIA 48
3.2 IMPLEMENTAÇÃO DO HARDWARE 53
3.3 IMPLEMENTAÇÃO DO SOFTWARE 58
3.4 SIMULAÇÃO 66

4. RESULTADOS 76

4.1 PRODUTO FINAL TEÓRICO 76
4.2 PRESULTADOS E BENEFÍCIOS DE UM DONO DE NEGÓCIO AO UTILIZAR O PRODUTO FINAL 77

5. CONCLUSÕES 80

REFERÊNCIAS 82

ANEXO A – CLASSE MAINACTIVITY 85

ANEXO B – CLASSE CONEXÃOBLUETOTTH 88

ANEXO C – CLASSE PRODUTO 92

ANEXO D – CLASSE CONEXÃO 93

ANEXO E – CLASSE PRODUTODAO 94

ANEXO F – TERMO DE AUTENTICIDADE 95

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A competitividade entre as empresas vem se tornando acirrada por diversos motivos que serão apresentados posteriormente na fundamentação teórica, dessa forma, é praticamente inevitável que as organizações sejam ágeis e eficientes no quesito inovação e tecnologia para se mostrarem competitivas no mercado. Entre esses motivos destacam-se o aumento do consumo, do volume de fabricação e da globalização dos mercados, para atender esse volume é necessário aumentar a quantidade de estoques para manter um nível de serviço satisfatório, portanto, o uso da tecnologia visando mais precisão no controle de estoques poderá gerar ganhos satisfatórios.

Segundo Ching (2007), o controle de estoques tem o objetivo de determinar um equilíbrio dos custos entre manter e/ou pedir estoque, pois quanto maior a quantidade de itens armazenados, maiores serão os custos de manutenção. E quanto maior a quantidade do pedido, maior será o estoque médio e consequentemente o custo para mantê-lo.

Devido ao aumento do número de pedidos, e em consequência, o crescimento no volume dos estoques, a quantidade de informações que as empresas precisam manipular também fica maior. Para Ballou (2012) a qualidade da informação pode ser definida em uma frase que diz que as informações não poderão ser melhores que os dados que as geraram. Ele reconhece que o desempenho gerencial e do planejamento dependem da qualidade, forma e precisão que as informações são tratadas. Antes os dados eram manipulados e armazenados manualmente. Com a disseminação dos computadores, o manuseio das informações se tornou mais organizado e formalizado. Na atualidade, existem muitos e elaborados sistemas de informação.

Processar os dados para ter acesso às informações é uma das funções primordiais de um sistema de informações. Através de codificação, análise, manipulação e classificação, os dados são convertidos em informações e utilizados na tomada de decisões logísticas e na realização de relatórios. (BALLOU, 2012)

Visando tratar as informações de um ambiente de estoque de forma sistematizada, é desenvolvido uma ferramenta utilizando a tecnologia RFID (Identificação por Rádio Frequência), para identificação e controle de itens discretos no estoque. Tecnologia essa que permite mais velocidade na troca de informação e realização de tarefa, acessá-la em tempo real, além da precisão apresentada no acesso as informações. A informação de qualidade é essencial

para o planejamento, operação e controle de sistemas logísticos. Com a popularidade dos computadores nos negócios, eles se tornaram os donos e manipuladores dos sistemas de informação. Restando aos sistemas de informações gerenciais, a responsabilidade de armazenar, classificar, manipular e analisar os dados. (BALLOU, 2012)

A inovação é o sucesso das organizações comerciais na exploração de novas ideias, isso inclui, tecnologia, conhecimento científico, sistema financeiro e atividades de negócios para o lançamento de produto no mercado ou implantação de alguma melhoria em algo já existente. (Freeman & Soete, 1997). Nota-se que a aposta em inovação através da tecnologia é de grande importância para o sucesso de qualquer organização.

O trabalho discute o uso de tecnologia para realização das funções registro de itens no estoque, na precisão e facilidade ao fazer inventário desses itens, no pedido e recebimento de material, na gestão de estoques, na definição do ponto de encomenda, do estoque de segurança, dentre outras atividades e indicadores logísticos. A utilização de inovações nos produtos se torna necessário, buscando melhores condições tecnológicas, reduzindo tempos de entrega e de atendimento, ganhando agilidade na troca de informação.

Através dessa proposta, o conjunto de informações dos produtos ou itens de estoque, que antes eram coletadas de forma manual e individualizas, poderão se tornar automatizadas e coordenadas, permitindo comunicação entre os dispositivos. Proporcionando assim flexibilidade e rapidez na realização das tarefas e possíveis melhorias no sistema de controle de estoque.

1.2 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento de um sistema de informação de controle de estoque, proporciona as empresas mais agilidade no controle de materiais. Nesse cenário de elaboração de estratégias em busca dos objetivos organizacionais, a tecnologia é um fator fundamental. Para Bertaglia (2009), a área da tecnologia deve ser considerada como um elemento que desempenha um papel proativo para a organização, originando em uma ferramenta para ganhos de produtividade, precisão das informações e automação de processos.

Como forma de buscar alternativas para solucionar problemas relacionados a imprecisão no registro de estoques, no que se refere as informações e a quantidades de materiais existentes, as empresas vêm implantando sistemas de informação gerencial como ferramenta para o controle de seus estoques. Bertaglia (2009) afirma também que a maneira que é

administrado o estoque influenciará na lucratividade e competitividade da empresa no mercado. Contudo, equilibrar e administrar os problemas, entre minimizar o capital investido e evitar a falta de produtos, é um grande desafio. No entanto, os sistemas de informações vêm se mostrando cada vez mais eficientes nessa tarefa.

Para Banzato (2017), nos últimos anos, a tecnologia conhecida como RFID, está se mostrando revolucionária em comparação a outros tipos de tecnologia utilizadas para a comunicação.

A tecnologia existe desde a 2ª Guerra Mundial, onde foi utilizada para problemas de identificação de ataques entre amigos e inimigos durante a guerra. E também, vem sendo utilizada em muitas outras aplicações, como para identificação de animais. Para ele, o novo e potencial uso das etiquetas por radiofrequência é na cadeia de abastecimento. (BANZATO, 2017)

Não demorará muito tempo para que a etiqueta de identificação de radiofrequência esteja presente em toda cadeia de abastecimento. A tecnologia já é utilizada no varejo, mas não em toda cadeia. Um exemplo são lojas com sensores na saída que ativam um alarme caso saiam com algum item identificado sem efetuar o pagamento da mercadoria.

A tecnologia RFID possibilita atribuir identificação própria aos itens através de etiquetas eletrônicas. Dessa forma, após algum item receber sua identificação eletrônica e passar na frente da área em que é realizada a cobertura do leitor, é enviado um sinal da etiqueta para que os dados armazenados por ela sejam transmitidos. As etiquetas podem enviar todo tipo de informação sobre o objeto, incluindo seu número de série, instruções de configuração e as especificações do item. (Glover & Bhatt, 2007)

Sua capacidade de acompanhar o deslocamento de materiais na produção e ao longo da cadeia de abastecimento como um fluxo contínuo e integrado, é o que mais se tem expectativa com o RFID. Deixando de executar paradas sucessivas com o fim de coletar e verificar dados (recebimento, estoque, separação, expedição, etc.), onde perde toda visibilidade dos eventos que estão ocorrendo. (BANZATO, 2017)

As empresas brasileiras precisarão adotar uma postura proativa em relação ao uso de tecnologias na comunicação, já no caso da Europa e EUA, as empresas precisam reagir e adotar essas inovações o mais rápido possível para serem competitivas. Ao contrário da Europa e dos EUA, onde as empresas já estão sendo obrigadas a se adequar às exigências de grandes clientes, no Brasil as empresas estão se antecipando às futuras necessidades e requisitos do mercado (BANZATO, 2017)

Pelas citações apresentadas percebe-se que o Brasil se encontra numa posição estrategicamente vantajosa. Podendo se antecipar e adequar aos requisitos com certa antecedência. Como cita Banzato (2017, p. 119) “As empresas brasileiras vêm adotando uma postura proativa para entender, desenvolver e usufruir da nova tecnologia.”

Como cita Banzato (2017), o RFID já é uma realidade em alguns países, diferente do que acontece nas empresas brasileiras, e adotar sistemas de informação para o controle dos estoques vem se tornando necessário para que se tenha cada vez mais precisão nesse gerenciamento, dessa forma, como apresentado por eles, as empresas que se anteciparem e adotarem as tecnologias inovadoras poderão obter alguma vantagem competitiva em relação as suas concorrentes.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O escopo desse trabalho é verificar e testar os resultados em ambiente de laboratório do uso da tecnologia RFID para registro e controle de itens em estoques e/ou depósitos. Nessa proposta será desenvolvida uma ferramenta através de uma tecnologia de baixo custo, utilizando microcontroladores para leitura das etiquetas e comunicação com um dispositivo móvel para processar e gerenciar os dados enviados.

O estudo não visa externar informações ou aplicar os métodos, sendo realizado o teste no próprio laboratório e em ambiente de estudo.

Para esse artigo utilizou a revisão teórica sobre os temas abordados e das tecnologias utilizadas. É desenvolvido uma nova forma de registro e controle do estoque por meio do uso de tecnologia sem fio, os registros de itens são feitos no banco de dados através de etiquetas que “respondem” a ondas de radiofrequência para identificação.

Faz-se uma simulação no cadastro de itens discretos no estoque, na retirada deles, na precisão com que é realizado o registro, facilidade obtida na realização da tarefa, a possibilidade de redução do tempo da tarefa, e todos os resultados desse sistema na administração de depósitos e armazéns.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma forma alternativa para o controle físico e administração de estoques, propondo, a realização da contagem e registro de itens

através do uso de etiquetas RFID na identificação dos mesmos, através de tecnologia de baixo custo na leitura e no processamento dos dados. Os dados de entrada de cada item, assim como as informações específicas são armazenadas em um banco de dados vinculado a essas etiquetas, através dele é controlado a quantidade dos itens, tempo do item no estoque, e a entrada e retirada destes no sistema.

Os objetivos específicos são: vincular os itens as suas respectivas etiquetas; desenvolver a comunicação e interação entre o leitor RFID, o ESP 32 e o banco de dados por meio do *bluetooth*; simular a entrada e retirada dos itens no estoque, criar um aplicativo com o banco de dados que realizará o registro, o controle de entrada e saída; desenvolver nesse aplicativo uma interface com o usuário; usar os dados para gerar indicadores e para tomada de decisão na administração de estoques.

No final do trabalho, através dos conhecimentos adquiridos no referencial teórico e através dos testes com o uso da tecnologia, mostra-se como é a rotina com a implementação do projeto, quais os benefícios para um negócio, como facilitará no gerenciamento dos itens em estoque e como o produto final ajuda na tomada de decisão.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

Utiliza neste estudo primeiramente uma metodologia qualitativa, baseando-se em estudos bibliográficos relacionados a controle de estoques, administração de materiais, a tecnologia RFID, tecnologia da informação e integração a logística, microcontroladores e linguagens de programação.

Após essa etapa de estudo, analisa de forma prática como pode ser realizado o protótipo do leitor. Em seguida, pesquisa exemplos de projetos em literaturas e artigos que utilizaram esses microcontroladores para a criação do modelo. Após implementado o protótipo é definido como será o aplicativo e o registro das informações no banco de dados. Com o aplicativo pronto é realizado simulações no registro de itens, na entrada (recebimento), na saída (retirada) e no acesso as informações. Essa simulação tem objetivo de verificar a eficácia do equipamento ao ler as informações e a assertividade dos dados registrados.

Uma sugestão de adequação a ferramenta na rotina de uma empresa ideal é mostrada, de forma a mostrar uma possibilidade de utilização. Inclusive, como devem ser adequados os processos e pessoas. Nos resultados, é apresentado um produto teórico e quais os benefícios traria caso fosse adquirido.

Por fim, apresenta as considerações baseado no que foi aprendido em todo o trabalho, assim como as dificuldades encontradas.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1: No capítulo apresentado é feito a introdução do tema, as considerações inicias do assunto abordado, a justificativa, o escopo, a metodologia e como será estruturado o trabalho.

Capítulo 2: Este é composto por uma revisão bibliográfica a respeito dos principais indicadores logísticos, conceitos e definições de gestão de estoques e administração de materiais, e também, a tecnologia da informação na logística, conceituando o que é e como o sensor RFID se tornou uma destas aplicações. No final do capítulo é abordado sobre microcontroladores, assim como as linguagens de programação utilizadas para o controle desses equipamentos.

Capítulo 3: Neste capítulo é desenvolvido o protótipo do sistema de leitura utilizando o microcontrolador e o sensor RFID. Estabelece a interação destes com o computador, através da leitura das etiquetas. Desenvolve o aplicativo que fará o gerenciamento do banco de dados, o controle de entrada e saída e o cadastro dos itens. Realiza a simulação do RFID em ambiente de laboratório, no que diz a respeito ao cadastro, entrada e retirada de itens. No fim é apresentado como seria a rotina numa empresa e uma possível aplicação do modelo proposto.

Capítulo 4: É apresentado os resultados do trabalho realizado. Mostra-se o resultado final do produto teórico e como esse auxiliaria na realização da tarefa de registro e controle de estoques nas empresas, ressaltando os benefícios que traria ao negócio.

Capítulo 5: Considerações finais sobre o trabalho e discussões dos resultados são apresentadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo tem o intuito de apresentar os fundamentos teóricos a respeito do tema estudado. Primeiramente exibe uma explicação a respeito de como foi a evolução da logística no Brasil ao longo dos últimos anos. Mostra como a logística no decorrer do tempo foi se associando e tornando dependente da tecnologia, principalmente com o surgimento do conceito da logística integrada. Apresenta a evolução dos sistemas de informação e de sua associação com a logística e outras atividades fundamentais nos negócios, sendo a tecnologia da informação um dos principais passos para a implantação de um sistema de controle de estoques mais eficiente.

Posteriormente apresenta alguns conceitos da tecnologia RFID, seu surgimento, funcionamento e usabilidade, e as principais aplicações práticas. Em seguida, cita a respeito dos microcontroladores, seu funcionamento, aprofundando nos microcontroladores utilizados. Apresenta o conceito de linguagem de programação, as mais utilizadas e quais foram aplicadas nesse projeto, assim como o ambiente de desenvolvimento utilizado. Por último, é descrito sobre o gerenciamento e controle de materiais em depósitos e empresas, os principais métodos utilizados no controle de estoque e quais as melhores práticas na contagem e controle de materiais.

2.1 LOGÍSTICA E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

2.1.1 A evolução da logística e da tecnologia da informação

Como será apresentado a seguir, ao longo do tempo as práticas logísticas evoluíram, e ao mesmo tempo, a tecnologia e os sistemas de informação também tiveram uma evolução muito rápida, o que permitiu que as aplicações desses sistemas pudessem ser incorporadas aos sistemas logísticos que se tornavam cada vez mais robustos e fundamentais na gestão de qualquer negócio.

A evolução da logística aconteceu principalmente quando as organizações voltaram seu foco para o serviço ao cliente. Essa atitude, fez com que as organizações tivessem que reestruturar todo seu processo logístico, mudando o enfoque que era somente operacional para um mais estratégico. As definições de logística foram sendo atualizadas no decorrer dos anos. As primeiras baseavam-se na visão da organização voltada para a produção de itens, relacionada

somente a movimentação de produtos acabados aos clientes e de matérias-primas do fornecedor a produção. Posteriormente, passou a ser a integração de duas ou mais atividades com o objetivo de planejamento, implementação e controle eficiente do fluxo de matérias-primas, produtos acabados e estoques em processo de um ponto a outro (BANZATO, 2017).

Atualmente, para Banzato (2017, p. 17) é "O processo eficaz de planejamento, implementação e controle do fluxo de materiais, informações, dinheiro, do ponto de origem ao ponto de destino, com o objetivo de atender as exigências dos clientes". Essa definição atual, que visa a necessidade de gerenciamento dos 3 importantes fluxos de recursos (Materiais, Informações e Dinheiro), se tornou importante para integração da logística.

Essa integração propiciou cada vez mais aplicação dos sistemas de informação na logística. Para Christopher (2014), as principais empresas já perceberam que a chave para o sucesso na gestão da cadeia de suprimentos é o sistema de informação. O que vêm sendo apreendido, que é necessária uma dimensão de informação que assegure que oferta e demanda estejam interligadas em todos mercados, com produtos na quantidade desejada e em prazos cada vez menores.

Como foi apresentado, os sistemas de informação são cada vez mais necessários para as novas funções e tarefas que estão sendo realizadas em todo o processo logístico. Principalmente na integração dos clientes e fornecedores na cadeia, e ao tentar casar a oferta e a demanda.

2.1.2 Surgimento da Logística Integrada

Como é mostrando e definido a seguir, a partir do crescimento da logística e do número de relacionamentos dentro da cadeia produtiva, os conceitos de logística integrada passaram a ser definidos.

Para Bowersox e Closs (2001), logística integrada é definida como a função que associa o relacionamento da empresa a seus clientes e fornecedores. A informações fluem na organização incorporadas através das vendas e dos pedidos, são transformadas em planos específicos de compras e de produção.

De acordo com Banzato (2017), com a necessidade de gerenciamento de diversas fontes de recursos ao longo do tempo e de toda cadeia produtiva, deu início ao que é chamado de logística integrada. A logística integrada surgiu com a necessidade de gerenciamento desses 3 fluxos de recursos (Materiais, Informações e Dinheiro) de forma integrada nas empresas, forçando-as a adequarem suas estruturas organizacionais, integrando sobre um mesmo processo

logístico diversas funções como: Suprimentos, Processamento de Pedidos, Produção e Controle de Estoques, Distribuição Física/ Transporte, implementando o conceito de logística integrada.

Para Banzato (2017) a integração da logística no Brasil, começou por volta de 1980 e se desenvolveu no início da década de 1990, a partir do momento que as próprias organizações tiveram a necessidade de integrar todos os processos internos e não apenas os logísticos. De acordo com o autor, está época foi marcada principalmente por projetos de implementação dos Sistemas Corporativos de Gestão Integrada (ERP – "*Enterprise Resources Planning*"), onde os investimentos em tecnologia da informação no meio empresarial se mostravam relevantes.

A partir da evolução da logística integrada apareceu a definição de Supply Chain Management (SCM). Para Fleury (2000), é o esforço para integrar todos os participantes de um canal de administração, através do compartilhamento de processos-chave interligados entre membros do canal e unidades organizacionais, desde o cliente final ao fornecedor inicial. Em resumo, enquanto as atividades na logística integrada sofrem uma integração interna, no Suplly Chain Management é realizado a integração externa, fazendo a coordenação dos fluxos de materiais e informações aos fornecedores e ao consumidor final.

Percebe-se pelos dados apresentados, que com a necessidade de controlar cada vez mais recursos, a tecnologia veio se mostrando necessária e primordial para que as empresas melhorassem sua gestão, se tornassem mais competitivas e pudessem implantar os conceitos de logística integrada.

2.1.3 A evolução da tecnologia da informação na logística

A evolução da tecnologia em sistemas logísticos foram acontecendo no decorrer do tempo. E de acordo com os estudos, estas inovações foram ocorrendo em determinadas épocas de acordo com a viabilidade econômica da época vigente.

Antes dos anos 80, os elevados investimentos, não eram viáveis para aplicação de tecnologia em muitos dos processos logísticos, o que não justificava os sistemas de informação para esses processos. Na época, os estudos a respeito do retorno sobre os investimentos dessa tecnologia não eram viáveis economicamente. (BANZATO, 2017).

As organizações de sucesso vêm apresentando uma característica em que se assemelham: o uso de informação e da tecnologia da informação para que o cliente seja mais receptivo ao produto. Dessa forma, as grandes organizações vêm sendo remodeladas pelos sistemas de informação, e a natureza das relações entre elas também. A informação na gestão

eficaz da logística sempre foi um fator central, mas com a tecnologia, está funcionando como um impulso para a estratégia logística competitiva. (CHRISTOPHER, 2014)

Ao longo dos anos 80, quando a tecnologia da informação se tornava cada vez mais acessível, se mostrando ainda mais importante para aplicação prática dos conceitos de Logística Integrada. Ao mesmo tempo que o acesso à tecnologia se tornou de fácil, os processos das organizações começaram a ser redesenhados para essas aplicações, viabilizando economicamente soluções de tecnologia. (BANZATO, 2017).

Dessa forma, a Tecnologia da Informação aplicada à logística, utilizando do redesenho dos processos de negócios, teve uma grande evolução através do desenvolvimento de vários aplicativos que otimizaram estes processos (BANZATO, 2017).

2.1.4 O processo de automação na logística

Cabe também ressaltar em qual universo a automação foi incorporada a logística, e essa se estabeleceu por meio de algumas necessidades vistas por práticas e estudos que foram realizadas sobre esse tema.

De acordo com Banzato (2017), quando se trata em tarefas e funções a serem automatizadas na logística, pode se tratar de universo com muitas soluções ainda a serem exploradas.

Estas soluções foram classificadas e analisadas com base nos projetos da IMAM Consultoria. Primeiramente, classificam-se as soluções logísticas em dois grandes grupos (BANZATO, 2017):

- Soluções de automação do fluxo de materiais e
- Soluções de Automação de Fluxo de Informações (Tecnologia da Informação).

2.1.4.1 – Automação do Fluxo de materiais

Durante o curso foi aprendido sobre conceitos de logística e cadeia de abastecimento, e como sugere o autor, a Cadeia de Abastecimento engloba todo o fluxo de materiais, passando pelos fornecedores de matérias-primas, processos de manufatura, e vão até a entrega do produto acabado ao consumidor.

Nesse fluxo esse material é transportado, movimentado, estocado, manuseado, embalado, sofrendo diversas atividades até que chegue conforme as expectativas do

consumidor (BANZATO, 2017). Como foi dito, o produto passa por diversas atividades e processos, ou seja, quanto mais agilidade na realização das mesmas, melhor o fluxo de materiais.

Conforme Hino (2009), através dos princípios de gestão de um crescimento duradouro, baseando-se no sistema Toyota, na automação industrial o fator humano deve sempre estar presente, de forma a evitar que máquinas quando apresentem falhas ou defeitos, não ocasionem parada da produção.

Para Banzato (2017) existem inúmeras soluções automatizadas utilizadas na realização de atividades relacionadas ao fluxo de materiais. Destaca alguns exemplos destas soluções, e mostra que por trás das soluções para o fluxo de materiais existem soluções da tecnologia da informação para o controle dos sistemas. Percebe-se que o uso da tecnologia passou a ser primordial para automação e realização das atividades. A seguir, serão apresentados alguns sistemas automatizados classificadas pelo autor, por tipo de atividade:

- Processamento: São atividades que agregam valor a um produto num ambiente de manufatura, alguns exemplos de sistemas automatizados são: Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS), Centros de Usinagem e Sistemas de Pintura automatizados
- Movimentação: Para movimentação de materiais entre equipamentos, postos de trabalho ou áreas próximas, existem os seguintes sistemas: (AGV)Veículos automaticamente guiados, Empilhadeiras automaticamente guiadas, Monovias eletrificadas, Transportadores Contínuos, Sistemas de sortimento e redistribuição automáticos e sistemas de carregamento de veículos automáticos
- Estocagem: A atividade de estocagem de materiais conta com os seguintes sistemas automatizados: Transelevadores, Miniloads, Carrosséis horizontais e verticais
- Manuseio de Embalagem: Sistemas automatizados de manuseio de materiais e embalagens substituem atividades repetitivas, inseguras e não ergonômicas, fornecendo mais velocidade e qualidade a atividade: Robôs, Sistemas de Paletização automáticos e Sistemas automáticos para envolvimentos de cargas
- Transportes: Movimentações em grandes distâncias, reconhecidas como transporte, possuem sistemas automatizados focados nos transportes contínuos: Transportadoras contínuos, transportador contínuo tipo teleférico.

2.1.4.2 – Automação do Fluxo de informações

Automatizar o fluxo de materiais é necessário, mas é importante controlar o fluxo das informações visando obter ganhos em qualidade e velocidade nas mesmas, suficiente para atender as expectativas dos clientes e garantindo boa produtividade dos recursos de toda a Cadeia de Abastecimento. (BANZATO, 2017).

Para Nogueira (2012) o sistema de gerenciamento da informação é um grupo de dados organizados, que produzem informações de toda natureza e para fins práticos. O sistema de informação começa em coletar dados da empresa, faz o processamento e os retorna em forma de informações importantes, utilizando posteriormente como conhecimento para tomada de decisão.

Da mesma forma que para os materiais é importante administrar a cadeia de abastecimento, com as informações é também importante gerenciar a cadeia de valor da informação. Assim como cada agente da cadeia de abastecimento acrescentará valor ao produto enquanto processa os componentes e matérias-primas, cada processamento individual na cadeia de informação deixará o conteúdo mais rico (BANZATO, 2017).

O sistema de informação isoladamente não poderá organizar nenhuma empresa, seus processos e sistemáticas de trabalho devem também ser reprogramados. Para Caxito (2011), um sistema de informação pode aumentar e melhorar as formas de controle, ajudar no gerenciamento dos resultados e automatizar operações rotineiras, mas é de grande importância rever o grau de organização e sistematização dos processos das organizações.

Na teoria sobre sistemas de informação, descrita em Banzato (2017), existem conceitos que facilitam o entendimento da arquitetura de computadores. E nesses conceitos encontramos a definição de camadas da tecnologia., que vão agregando mais recursos e funcionalidades progressivamente aos computadores. Elas são divididas nas seguintes camadas:

- Interface de Voz (6ª camada)
- Workflow (5ª camada)
- Aplicativos (4ª camada)
- DBMS (3ª camada)
- Sistema Operacional (2ª camada)
- Hardware (1ª camada)

Conclui-se que o profissional necessita de alguns conhecimentos em sistemas de informação, e precisará se atualizar constantemente com o surgimento de novas tecnologias e o avanço das aplicações automatizadas.

Nesse tópico serão apresentadas algumas soluções de Tecnologia de informação da 4ª camada da tecnologia (os aplicativos). Banzato (2017), classificou algumas soluções de automação do fluxo de informação dessa camada aplicadas à logística em cinco categorias distintas, que incluem os grupos identificados a seguir:

- Planejamento: As soluções para Planejamento são as seguintes: Previsão de Vendas (Forecast), CRM (*Customer Relationship Management*), SEM (*Suplier Relationship Management*), ERP (*Enterprise Resources Management*) – Sistemas de Gestão Empresarial Integrada, MRP (MRPI – *Material Requirements Planning* e MRPII – *Manufacturing Resources Planning*), DRP (*Distribution Resources Planning*) e APS (*Advanced Planning and Sheduling/FCS (Finity Capacity Sheduling*);
- Execução: O gerenciamento da execução das atividades logísticas possui as soluções: WMS (Sistema de Gerenciamento de Armazéns), TMS (Sistema de Gerenciamento de Transportes) e MES (*Manufacturing Execution System*)
- Comunicação: A comunicação e transmissão de informações, integrando os sistemas, empresas e pessoas podem ser feitas por algumas tecnologias, como: Terminais Fixos Portáteis, EDI – *Electronic Data Interchange*, Código de Barras, Leitores a laser, Radiofrequência, Sistemas Controlados por Voz, Sistemas controlados pela Luz, Sistemas de "*paperless*" e RFID (A definição e explicação dessa solução será o foco de discussão nesse artigo, e voltaremos com mais exemplos);
- Controle: A Gestão da Logísitca através de indicadores de desempenho é apoiada por soluções que acompanham o negócio, através do monitoramento dos mesmos, exemplo: EIS (*Executive Information System*) e DSS (*Decision Suport System*);
- Concepção: O sucesso de uma boa operação logística começa a partir de uma boa concepção e implementação do projeto, e com isso existem várias soluções automatizadas para: Concepção de Recursos Logísticos, Ergonomia, Embalagens, Simuladores de processos de negócio, Simuladores de malha logística, Simuladores operacionais gráficos, Análise de riscos e tomada de decisão e PMIS – *Project Management Information System*).

2.2 RFID

Agora é apresentado um pouco da história do RFID, quando começou, e de qual forma a tecnologia vêm sendo utilizada desde seu surgimento até os dias atuais, tecnologia que já foi citada em 2.1.4.2 como uma solução de tecnologia da informação da 4ª camada relacionada a aplicativos, na categoria comunicação.

Para Santini (2008), a identificação por radiofrequência (RFID) tem seus fundamentos nos estudos e descobertas de Faraday sobre a indução eletromagnética, e na chegada das transmissões via rádio e radar. Tem seu surgimento e utilização durante a guerra, na busca de perceber aviões de metais que eram capazes de viajar sem que fossem identificados por centenas de quilômetros e durante horas. Em seguida, passou-se a buscar uma forma de identificar e diferenciar aviões amigos dos inimigos, pois só a presença dos aviões não era o suficiente para tomada de decisão, além de estarem sujeitos a sofrer ataques inimigos.

A sigla RFID significa *Radio Frequency Identification*, que traduzindo é Identificação por Radio Frequência, teve sua definição associada à quando algum sistema de identificação qualquer, onde um dispositivo eletrônico que utiliza de frequência de rádio para sua comunicação é usado na identificação de um objeto. A comunicação é feita através de ondas de rádio, enviadas e produzidas por equipamentos eletrônicos na identificação de documentos, objetos, produtos, animais. Essa tecnologia permite monitorar sem necessidade de contato (Glover & Bhatt, 2007).

Para Pressman (2016), a RFID coloca a computação na base da indústria e no ramo de produtos de consumo. A tecnologia de informação vem ajudando as empresas e indústrias, e o planejamento delas no sentido do aumento de produtividade e lucratividade.

2.2.1 Funcionamento do RFID

A tecnologia consiste em transmitir um código identificador através de um canal de radiofrequência que pode ser atrelado a algum item. Um equipamento receptor faz a associação do código ao item ou objeto. Possibilitando inúmeras aplicações, como substituição do código de barras em supermercado, na identificação e cobrança automática de pedágios e estacionamentos, e também no controle de acesso e cobrança em catracas de todos os tipos (OLIVEIRA, 2017).

A tecnologia por trás do funcionamento da identificação por radiofrequência necessita de alguns *hardwares* que fazem com que a leitura, a comunicação e coleta das informações ocorra. A seguir será apresentado o funcionamento da mesma e esses itens.

Para operar, um sistema de identificação por radiofrequência necessita de um conjunto com os seguintes equipamentos: etiquetas, também chamada de *transponder* ou RF-TAG, antenas que utilizam ondas de radiofrequência para leitura das etiquetas, e os controladores, que gerenciam a comunicação entre as antenas e os computadores que decodificam as informações escritas na RF-TAG (GONÇALVES, 2013).

Para Banzato (2017) a tecnologia é baseada em *"transponders"* ("*transmitter/reponder*", conjunto transmissor/receptor de microchip, e uma antena), que se comunicam com emissores e receptores de radiofrequência, permitindo uma visão global e sem interrupção dos itens no processo.

De acordo com Finkenzeller (2010), todo sistema de captura de dados por RFID possui esse conjunto de componentes:

- Leitores/gravadores;
- Antenas;
- Etiquetas RFID;
- Software para gerenciamento do sistema de leitura;
- Infraestrutura de instalação.

Como afirma Gonçalvez (2013), a tecnologia agiliza os processos e permite disponibilizar as informações sobre os produtos em volume bem superior aos alcançados atualmente. Permite o rastreamento total, não só do processo ou empresa, mas de cada produto individualmente. Onde a aplicação primordial é na área de logística, permitindo rastrear ao longo da cadeia de suprimentos cada produto, e em cada etapa do processo.

Dois tipos principais de etiquetas são usados de acordo com a necessidade. Alguns modelos são considerados Etiquetas Ativas, onde possuem uma bateria interna, que pode ser trocada. Outros modelos, considerados Etiquetas Passivas, não necessitam de bateria e nem manutenção, e possuem uma vida útil maior por não necessitar de bateria. (GONÇALVES, 2013).

2.2.2 Tipos de Etiquetas

Como já foi dito anteriormente os identificadores são classificados de acordo com sua funcionalidade e energização. Sendo diferenciados entre dois tipos, Ativas e Passivas. A distinção entre as etiquetas, varia em custo, distância, e entre outras características que serão faladas posteriormente.

Cada etiqueta possui algum mecanismo interno para armazenar dados e uma forma de comunicação entre elas, mas nem todas possuem microchip ou fonte interna de energia. As principais características de uma etiqueta RFID é a presença de chip, a forma de alimentação, as características da memória e a frequência de operação. As com mais atributos possuem circuitos integrados, que gerenciam as principais funções no dispositivo, neste caso, são responsáveis por armazenar os dados na memória, implementar propriedades anticolisão e oferecer funções de alto nível (registro de eventos, data e hora, por exemplo). Enquanto privadas de oferecer tais recursos, as sem chip possuem preços bem menores. Sua operação é mais simples e se baseia na reflexão da onda incidente, isto é, na manipulação das propriedades físicas do material para criar um padrão de resposta único. (Glover e Bhatt, 2007).

2.2.2.1 Etiqueta Ativa

As etiquetas RFID ativas usam a própria fonte de energia quando precisam transmitir dados ao leitor, podendo comunicar com leitores mais fracos e permitem transmissão da informação que está armazenada a grandes distâncias. Esse tipo de etiqueta RFID, pode armazenar uma quantidade maior de informação, com uma capacidade de até 128 Bytes de memória. Porém, são maiores, mais complexas e caras que os outros tipos de etiquetas passivas (FINKENZELLER, 2009).

A tecnologia RFID ativa, inclui fonte de alimentação, seja por baterias ou através de uma fonte constante. A energia disponível nessas etiquetas permite que o sinal de radiofrequência seja transmitido a uma distância maior, ou seja, com mais potência. Assim, não existe um limite para a distância, no caso de aviões pode ser quilômetros, e no de carros em estacionamentos, apenas alguns metros (OLIVEIRA, 2017).

Esses tipos de etiquetas tem a possibilidade de leitura e escrita, permitindo iniciar a comunicação através do próprio sinal sem a necessidade do leitor para utilização de seu circuito interno e para criar sinais. Quanto sua operação, podem ficar ligadas continuamente ou serem

acionadas assim que receberem algum sinal. Essas características permite a integração delas ao sistema de posicionamento global (Global Postiong System – GPS) para identificar sua localização (FINKENZELLER, 2009).

Uma etiqueta RFID ativa é acionada por uma bateria interna e normalmente é de leitura/ gravação, os dados podem novamente ser gravados ou modificados. O tamanho de sua memória varia de acordo com o uso, algumas chegam até 1 MB de memória. A energia da bateria desse tipo de etiqueta, oferece uma faixa de leitura maior. A desvantagem é o tamanho maior, custo alto e uma vida útil menor, mas já estão surgindo projetos para baterias que durem mais tempo (BANZATO, 2017).

Foi mostrado pelo referencial teórico que esse tipo de etiqueta possui um funcionamento que exige bateria e tem um custo mais elevado. Porém, podem ser usadas para atividades mais complexas e que necessitam de maiores distâncias, podendo enviar e receber informações, sem a necessidade de fonte externa.

2.2.2.2 Etiqueta Passiva

As etiquetas RFID passivas não possuem fonte de alimentação externa e conseguem a energia de operação do equipamento que está fazendo a leitura. Geralmente as etiquetas passivas são mais leves que as ativas, menor custo, e um tempo de vida bem maior. Porém possuem uma faixa de leitura menor e para sua leitura exigem um leitor mais potente (BANZATO, 2017).

Para Oliveira (2017) as etiquetas passivas não possuem uma fonte de alimentação, sua energia é obtida através de ondas eletromagnéticas emitidas pela antena. O chip RFID, ou etiqueta, consegue transmitir e receber energia através de sua identificação. Dessa forma, é mais leve e barato. Uma *tag* desse tipo pode ser tão pequena como um adesivo e tem o custo menor que as ativas.

2.2.3 Leitores e Antenas

As *tags* e leitores RFID trabalham em 3 conjuntos de frequências: baixa frequência (LF), de 125 kHz, alta frequência (HF), 13,56 MHz, e ultra frequência (UF), na faixa de 860 a 960 MHz. Os de frequência mais baixa são mais comuns e acessíveis. A frequência de 13,56 Mhz, tem a vantagem de ser compatível com o padrão de comunicação NFC (OLIVEIRA, 2017).

Para Dobkin (2008), em relação a transmissão das antenas, são arranjadas e estruturadas para criar ondas eletromagnéticas originadas por tensões e correntes elétricas que não se cancelam, com os seguintes parâmetros: padrão de irradiação, diretividade, impedância, ganho, largura de banda, abertura efetiva e polarização.

Existem vários tipos de leitores e eles variam de acordo com a necessidade e contexto da utilização. Os mais utilizados são os portáteis, prateleiras inteligentes, os portais e os túneis. Para Bhatt and Glover (2007), dispositivos portáteis são utilizados quando é inviável trazer o objeto ao leitor.

Segundo Bhatt & Glover (2007), prateleiras inteligentes, são os tipos de leitores menos utilizados. São antenas em tempo real instaladas em prateleiras que leem e detectam a entrada e saída de objeto na prateleira, mantendo a atualização do estoque em tempo real. Pode-se programar para emitir avisos em caso de atingir o estoque segurança ou nível crítico, vencimento de produtos, ordem de reposição, controle de horários de entrada e saída, produtos com maior saída, etc.

Conforme Bhatt & Glover (2007), os portais são antenas e leitores fixos posicionados e instalados estrategicamente para identificar itens com *tags* entrando e/ou saindo em uma passagem. Utilizada em depósitos de materiais onde os itens entram e saem por determinada zona.

A potência da antena e leitor devem ser configuradas de forma a não haver erros e se encaixar as normas de segurança. Devem haver antenas suficientes para varrer toda área onde passarão os itens, e tomar cuidado em locais onde hajam várias passagens.

2.3 ESTOQUE FÍSICO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS

Como o objetivo do produto teórico caso venha a ser realizado posteriormente será a aplicação da tecnologia em algum estoque físico, armazenamento em depósitos, redes de supermercados, e principalmente em atividades relacionadas ao controle e contagem dos itens, será apresentado um pouco sobre a teoria por trás do armazenamento de materiais, melhores práticas e alguns métodos utilizados de contagem e controle dos itens.

Bertaglia (2009) diz que gerenciamento e controle de estoques é importante para implementar metas, funções, tipos de estoque e a forma que interferem com as empresas nas suas atividades produtividades e seu relacionamento com o mercado externo. Os objetivos do

estoque são minimizar recursos da organização e oferecer um nível de serviço que atenda às necessidades do cliente.

Para Arnold (2012), a administração física e de depósitos estão relacionados de forma bem íntima devido o estoque ser armazenado em depósitos. Podendo ser mantido por longos períodos, ou por tempos bem menores. E conforme afirma, por se tratar de funções idênticas, os almoxarifados e depósitos podem ser tratados como coisas iguais.

2.3.1 A administração de depósitos e estoques

Para Pozo (2010) a atividade de armazenagem é uma das mais essenciais do conjunto de atividades logísticas, e seus custos representam de 10 a 40% das despesas logísticas da organização, diferente do sistema de transportes que ocorre entre locais e tempos distintos, a armazenagem ocorre em locais fixos, o que relaciona os custos gerados pela armazenagem a seleção destes locais.

Ballou (2006) diz que com a necessidade de manter estoque, é indispensável a atividade de armazenagem. Reduzir esses custos relaciona-se diretamente a redução do estoque para o mínimo possível associado a redução da utilização máxima do espaço.

Conforme Arnold (2012) o objetivo do depósito é minimizar os custos e maximizar o atendimento aos clientes, inclusive em outros elementos do sistema de distribuição. Para o alcance desses objetivos deve-se realizar as seguintes tarefas: Oferecer um atendimento pontual; manter um controle dos itens, de modo a acessá-los prontamente e de forma correta; minimizar o esforço físico e o custo de transporte para fora e dentro do depósito; e fornecer elos de comunicação com os clientes.

2.3.2 Atividades no depósito e estoque

De acordo com Pozo (2010) ao decidir por um sistema de estocagem muitos fatores devem ser envolvidos além da atividade de guardar material, mas também a necessidade de estratégia para determinar a localização, adequar o espaço onde serão armazenados os itens, estruturas para serem estocados, equipamentos necessários e mão de obra. Afirma que esses pontos são importantes e merecem mais atenção para evitar dificuldades relacionadas com procedimentos, manuseios, controles, entregas, acuracidade, movimentação, perdas de materiais e desperdício de tempo.

As atividades de um depósito envolvem algumas atividades de processamento, e depende muito de como essas atividades serão realizadas. Como sugere Arnold (2012), as atividades são as seguintes: Receber os produtos; identificar os produtos; despachar os produtos para armazenagem; guardar os produtos; escolher os produtos; preparar a remessa; despachar a remessa e operar um sistema de informações.

Para Arnold (2012), em qualquer depósito pode ocorrer diversas destas atividades, variando de acordo com o número de unidades de armazenamento, quantidades de cada unidade e o número de pedidos recebidos e preenchidos. Para minimizar custos e maximizar a produtividade, deve-se trabalhar com os seguintes elementos: Utilização máxima do espaço; Utilização eficaz dos equipamentos e de mão de obra

Muitos fatores influenciam na utilização eficaz de depósitos. Entre esses fatores destaca: a utilização cúbica; a localização no estoque; a escolha e a montagem dos pedidos; e a embalagem (ARNOLD, 2012)

2.3.3 Acessibilidade e ocupação volumétrica

Os produtos não ficam armazenados apenas no chão do depósito, mas em todo volume disponível. É exigido também espaço para corredores, balcões de recebimento e entrega, escritórios e locais para escolha e montagem dos pedidos (ARNOLD, 2012)

2.3.3.1 Acessibilidade

O significado de acessibilidade como é entendido, refere-se à capacidade de alcançar produtos com o mínimo de esforço possível. Exemplo, se nenhum produto tiver que ser movido para acesso a alguma unidade, não existiria problema de acessibilidade (ARNOLD, 2012).

Para Francischini e Gurgel, o processo de armazenagem requer a ocupação de todo o volume disponível e com o devido acesso a todos os itens armazenados. Ao se maximizar a ocupação volumétrica é necessário garantir o acesso aos itens.

2.3.3.2 Utilização cúbica

Ballou (2006) diz que com a necessidade de manter estoque, a atividades de

armazenagem se torna indispensável. Para reduzir os custos de armazenagem, é necessário a redução do estoque para o mínimo possível e associar a redução a utilização máxima do espaço volumétrico.

Se os itens estiverem empilhados ao longo de uma parede. Os itens que ficam embaixo de outros terão dificuldade de acesso, uma solução seria coloca-los em prateleiras (ARNOLD, 2012).

2.3.4 Tipo de sistema de localização de estoque

A localização do estoque, relaciona-se com a localização dos itens individuais no depósito. Não existe um sistema de localização universal, mas existem vários sistemas, que combinados ou não, podem ser utilizados de acordo com as especificações e tipos dos itens a serem estocados. Alguns sistemas básicos para localização são citados como: Agrupar itens funcionalmente relacionados; agrupar os itens de giro rápido; agrupar itens fisicamente semelhantes; e colocar o estoque de trabalho e o estoque de reserva em locais separadas (ARNOLD, 2012).

Existem dois sistemas básicos para atribuir locais específicos para os itens individuais: localização flutuante e localização física:

2.3.4.1 Localização Fixa

Nesse tipo de sistema atribui-se alguma unidade de estoque ou uma localização fixa, e nenhum outro item é estocado nesse lugar. Esse tipo de sistema possibilita guardar e remover itens com o mínimo de registro. Em alguns sistemas manuais pequenos, não existe registro algum. Porém esses sistemas geralmente tem uma utilização cúbica ruim. São utilizados em pequenos depósitos, onde o aproveitamento do espaço não é importante (ARNOLD, 2012).

Nos sistemas de localização fixa, os boxes (espaços) de armazenamento são escolhidos pelo máximo de estoque se pode colocar neles. Uma alternativa de estimar esse espaço é multiplicar por dois o estoque médio (IMAM, 2002).

O sistema de localização fixa define posições permanentes para a armazenamento de itens no armazém. As posições podem ser definidas de acordo com estocagem em ordem numérica ou nas atividades de estoque e níveis de inventário. Facilita a memorização dos produtos e suas posições no local de armazenamento (BALLOU, 1995).

2.3.4.2 Localização flutuante (aleatória)

Nesse tipo de sistema, os produtos são estocados onde houver espaço adequado. A mesma unidade pode ser armazenada em vários locais ao mesmo tempo e em períodos diferentes. A vantagem é a uma melhor utilização cúbica e a flexibilidade.

Como sugere Arnold (2012), exige uma informação precisa e atualizada sobre a localização do item e sobre a disponibilidade de espaços vazios para armazenamento, de modo a serem retirados e guardados eficientemente. Os depósitos modernos utilizam de computadores para realizar essas funções. Eles mostram os locais livre para os itens que chegam, tem na memória onde estão localizados os itens e direcionam ao local correto a pessoa responsável por retirar os itens do pedido. Melhorando assim a utilização cúbica e eficiência do depósito.

De acordo com Dias (2010), o armazenamento não é realizado em locais fixos, exceto o caso de itens que necessitam de armazenagem especial. Os produtos podem ocupar qualquer espaço disponível dentro do armazém. A desvantagem desse sistema é descobrir o perfeito método de controle sobre o endereçamento, correndo o risco de algum item ficar perdido e ser encontrado apenas no inventário ou por acaso.

Pode-se concluir com as citações que os sistemas flutuantes são mais eficientes e melhoraram a utilização do espaço, porém é necessário o uso de tecnologia de computadores para facilitar essa tarefa.

2.3.5 Preparação de pedido

Como sugere Arnold (2012), ao se receber um pedido os materiais são retirados do depósito, reunidos e preparados para remessa. Essas tarefas envolvem mão de obra e transporte de produtos, necessitando de um trabalho coordenado e organizado de modo a fornecer o nível de atendimento aos clientes com um menor custo possível. Existem alguns sistemas que podem ser usados para organizar o trabalho: Sistema por área; Sistema por zona e Sistema de pedidos múltiplos.

2.3.6 Controle do estoque físico e segurança

Arnold (2012) relata que como o estoque é composto de objetos tangíveis, os itens às vezes são perdidos, roubados ou desaparecem. E com isso, é necessário um sistema com obstáculos contra aos erros na contagem e para evitar a desonestidade das pessoas. Alguns elementos podem ajudar nisso, como:

1. Um bom sistema de numeração de peças;
2. Um sistema de transição simples e bem documentado. Quando produtos são transportados, recebidos ou enviados ocorre uma transação. Em toda transação seguem-se quatro passos: Identificar o item; conferir a quantidade, registrar a transação e executar fisicamente a transação.

2.3.6.1 Limitação do acesso ao estoque

Conforme Arnold (2012), os estoques devem ficar em locais com segurança adequada, e o acesso a esses locais deve ser restrito. Devem ficar fechados e sem acesso, tendo o acesso autorizado somente nos horários de funcionamento. Se as pessoas tiverem acesso a todo tempo as áreas de armazenamento, o sistema pode não funcionar.

Essa limitação do acesso permite assegurar que o sistema tenha uma melhor segurança quanta falhas e erros relativos ao material em estoque, e consequentemente se tenha um melhor controle dos itens.

2.3.6.2 Capacitação e treinamento

Para Arnold (2012) todo pessoal deve ser treinado no manuseio, no armazenamento e no registro das transações, inclusive, todo pessoal que interage com o almoxarifado, para garantir que as transações sejam registradas adequadamente.

Percebe-se pelas citações apresentadas que não somente o pessoal que trabalha diretamente almoxarifado deve ser apto a realizar as funções, mas todo pessoal. Isso reforça que o treinamento também é muito importante para um bom controle.

2.3.7 Precisão do registro de estoque

A falta de acompanhamento na acuracidade de estoques pode gerar efeitos indesejáveis para a empresa. Assim, como cita Dehoratius e Raman (2004), obter registros de estoques precisos, ou seja, que reflitam a realidade física da organização, é imprescindível para o desempenho de uma empresa do varejo que busca a integração de sua cadeia de suprimentos.

Para Arnold (2012) um registro de estoques eficiente está diretamente relacionado a sua utilidade. De acordo com o registro de estoque, a organização determina as exigências de quantidade de algum item, libera os pedidos com base na disponibilidade e realiza as análises de estoque. Se não forem precisos os registros, faltará materiais, entregas atrasarão, vendas serão perdidas, ocasionará em diminuição da atividade produtiva e excesso de estoque. Esses registros imprecisos podem gerar falhas no processo que podem comprometer a organização.

Segundo Arnold (2012), as três informações que devem ser exatas são: a descrição da peça, a quantidade e a localização. Se estes registros forem precisos permite às empresas: Operar um sistema eficaz de administração de materiais; manter um nível satisfatório de atendimento aos clientes; operar com eficácia e eficiência; e analisar o estoque. Por outro lado, registros imprecisos de estoque resultam em: vendas perdidas; Falta de material e programas perturbados; Excesso de estoque; Baixa produtividade; Baixo desempenho nas entregas; Expedição excessiva.

Conclui-se que para melhorar o nível de atendimento ao cliente e de eficiência operacional é importante atingir uma precisão cada vez mais próxima do real no registro de estoques.

2.3.7.1 Motivos de imprecisão nos registros de estoques

Registro de estoques imprecisos é uma consequência de muitos fatores, mas todos eles resultam de sistemas de manutenção de registros ruins, pessoal mal treinado ou falta deles. Algumas causas de erros nos registros de estoque são: Retirada do material sem autorização, Depósito sem Segurança, Pessoal mal treinado, Registros de transações ruins; Sistema de registro de transações ruins, Falta de capacitação para realizar auditorias (ARNOLD, 2012).

Para diminuir esses erros de registro de estoque, é necessário o treinamento do pessoal, pois podem ocorrer contagem imprecisas de peças, registros errados, às vezes ocasionados por alguma falha humana, erros estes, que podem ocorrer no acréscimo de insumo, identificação

errada, e localização imprecisa. Dessa forma, mesmo com um sistema de computadores ao seu lado é necessário a atenção e capacitação na tarefa (ARNOLD, 2012).

2.3.7.2 Acuracidade do registro

Bertaglia (2009) diz que a acuracidade pode ser definida com a relação entre os saldos realizados pelo sistema e o saldo real dos produtos em estoque. E defini a equação para mensurar os dados de acurácia da seguinte forma:

Acurácia (%) = (quantidade física/ quantidade sistêmica) x 100

Existe uma correlação positiva da acuracidade com o uso de um sistema de informação. Para ele um sistema de informatizado funciona como uma ferramenta de produtividade, e é utilizado para dar mais confiabilidade nos dados e informações, tornando os processos automatizados, e gerando relatórios para decisão. Em consequência irá fornecer informações mais corretas, mostrando no sistema os saldos em estoque, conseguindo uma sintonia perfeita com os saldos físicos obtendo assim mais acuracidade (BERTAGLIA, 2009).

Para Arnold (2012), a precisão ideal de um registro de estoque é de 100%. Fazendo comparação com instituições financeiras que já atingem esse nível, o autor propõe que outras empresas também possam buscar alcançá-lo.

Conforme cita o autor, um nível de precisão em que não tenha erros pode ser atingido, e já é possível em outros tipos de organização.

2.3.7.3 Nível de tolerância do estoque

Ao medir o registro de estoque, deve-se especificar um certo limite de tolerância para cada item. Para alguns essa tolerância não pode sofrer nenhuma variação, para outros pode se tornar muito custoso medir e controlar 100%, como é o caso de parafusos ou pinos. E como define o autor, a tolerância é a quantidade de variação permissível entre um registro de estoque e a contagem física. São estipuladas tolerâncias para itens individuais com base em seu valor, natureza crítica, disponibilidade, *lead time*, possibilidade de interrupção na produção, entre outros (ARNOLD,2012).

Para Bertaglia (2009), a acurácia do estoque deve ser igual a 100% quando coincidir a quantidade física com a teórica. Assim, manter um nível elevado de acurácia nos estoques, que significa, sem erros, traz para as empresas grandes vantagens como o nível de serviço adequado ao cliente, garantindo que os materiais que necessita sejam disponibilizados na quantidade e no tempo correto.

Como foi dito, a tolerância de cada item deve ser especificada, pois determinados itens não valem o investimento em melhorar o índice de precisão do registro.

2.3.8 Auditoria nos registros de estoques

Para Arnold (2012), qualquer tipo de erro em registro ocorre e deve ser encontrado, para que somente assim a precisão seja alcançada. Existem dois métodos para verificar a precisão dos registros: contagem periódicas (em média anuais) de todos os itens e contagem cíclicas (geralmente diárias) de itens específicos. É preciso fazer uma auditoria da precisão dos registros de estoque, mas é recomendado uma auditoria do sistema para encontrar as causas de registros incorretos e procurar acabar com elas. A contagem cíclica faz isso, já a periódica não.

2.3.8.1 Inventário periódico

Para Castiglioni (2009) a frequência de contagem dos inventários periódicos é de acordo com a política de controle de estoque da organização, que podem ser em períodos trimestrais, semestrais ou anuais.

Para Arnold (2012) o registro financeiro anual tem como objetivo mostrar os resultados aos auditores financeiros, verificando se os registros representam o real valor do estoque. Para os planejadores, o inventário físico é uma oportunidade de corrigir quaisquer imprecisões. Geralmente a responsabilidade de cuidar do estoque físico, é do administrador de materiais, que garante que este exista e seja seguido um bom plano. É necessária uma boa preparação e para garantir isso, existem três fatores: arrumação, identificação e treinamento.

O processo de inventariar um estoque consiste em quatro passos: Contar os itens e registrar a contagem em uma etiqueta; conferir a contagem por amostragem ou outra contagem; ao terminar a verificação, reunir as etiquetas e fazer uma lista dos itens de cada grupo; corrigir os registros de estoque, resolvendo diferenças entre a contagem física e o valor em dinheiro. O

inventário físico é uma prática importante na empresa, e uma avaliação precisa do valor do estoque é necessária para declarações financeiras. O inventário físico anual apresenta diversos problemas devido ao fechamento da fábrica, burocracia necessária, perda da produção, e acaba não sendo feito de forma adequada e com pressa (ARNOLD, 2012).

2.3.8.2 Contagem cíclica

De acordo com Bertaglia (2009) a contagem cíclica ou rotativa é primordial para identificar rapidamente erros no controle de estoque como: sistemas inadequados de entrada e saída, procedimentos de armazenagem mal elaborados, troca de códigos dos produtos e do layout de armazenagem (posições que não são de acesso fácil, espaço inadequado, e sequência de armazenagem muito dispersa). Quanto mais rápido é detectado o erro entre o estoque físico e o do sistema, mais fácil é a análise e correção da falha. Essa contagem permite mais acurácia na armazenagem, ou seja, exatidão dos estoques.

Para Castiglioni (2009), quanto a frequência de inventário rotativo ou cíclico, as contagens são realizadas em um período de tempo pré-determinado, e a contagem dos itens é feita em conjunto e de forma aleatória. No final desse período todos os itens devem ser contados no processo.

Para Arnold (2012) a contagem cíclica se baseia em um sistema onde o estoque é contado continuamente ao longo do ano. As contagens seguem uma programação predeterminada de acordo com o item. Onde itens com mais importância são contados com mais frequência ao ano, os de menor importância menos.

As vantagens da contagem cíclica para Arnold (2012) são:

- Detecção e correção de problemas. Serve para detectar a causa do erro, e corrigi-la, diminuindo a probabilidade de ocorrência.
- Redução de qualquer tipo de perda na produção;
- Utilização de pessoal bem treinado na contagem cíclica. Exigindo pessoas já experientes em inventários, que não cometerão tantos erros, e que desempenham a função durante todo o ano. Esses contadores cíclicos são treinados para encontrar os problemas e corrigi-los.

A frequência de contagem, segundo Arnold (2012), é o número de vezes que um item é contado ao ano. A ideia é contar alguns itens a cada dia, de forma que todos sejam contados um determinado número de vezes ao ano. Essa frequência aumenta à medida que seu valor e

número de transações (chances de erro) aumentam. Existem alguns métodos para determinação dessa frequência. Três dos mais comuns são: Método ABC, Método por zonas e Sistema de auditoria de localização.

2.3.8.2.1 Método ABC

O objetivo da análise ABC é buscar determinar os itens de maior valor de demanda e fazer uma gestão melhor desses itens, pois representam altos valores de investimento e seu controle mais preciso pode gerar reduções nos custos (GONÇALVES, 2013).

A regra ABC é conhecida como a regra dos 20/80. Isso quer dizer que cerca de 20% dos itens representa 80% do consumo. Esses percentuais variam de acordo com perfil da empresa, o número de itens em estoque e a evolução dos consumos (GONÇALVES, 2013).

Para Arnold (2012), a regra ABC determina que uma pequena quantidade de itens de demanda da empresa, determinam os resultados financeiros. Essa observação foi feita por Vilfredo Pareto, economista italiano, e é chamada lei de Pareto. Em relação a aplicação no estoque, ela relaciona a porcentagem de itens e a porcentagem de utilização anual de valor em dinheiro no estoque, ficando da seguinte forma: Itens A, cerca de 20% dos itens representa aproximadamente 80% dos valores monetários; Itens B, cerca de 30% dos itens representam 15% de utilização; Itens C, 50% dos itens representam 5% de utilização de valores monetários.

Arnold (2012) cita duas regras gerais para o uso do sistema: Ter grande número de itens de baixo valor e utilizar o dinheiro e o esforço de controle economizados para reduzir o estoque de itens de alto valor. Na primeira regra, os itens do tipo C representam 5% do valor total, então manter estoque extra acrescentará pouco valor ao estoque. Então este deve sempre manter estoque disponível, para que não falte. Quanto a outra regra, os itens A representam cerca de 20% dos itens e 80% do valor do estoque. Dessa forma, são mais importantes e necessitam de controle mais rigoroso e revisão mais frequente, para que diminua os valores em estoque e tenha somente a quantidade necessária e não falte.

Algumas sugestões de controle utilizados de acordo com o tipo de classificação são sugeridas por Arnold (2012):

-Itens A: alta prioridade. Um controle mais firme, com registros completos e precisos, revisões regulares e frequentes, revisão frequente das previsões de demanda, e agilidade para reduzir o *lead time*.

-Itens B: prioridade média. Controles normais e com registros bem feitos, atenção média e processamento padrão.

-Itens C: prioridade menor. Os sistemas mais simples de controle, garantindo que os itens sejam suficientes. Nenhum registro ou registro simples, como o de revisão periódica e *two bin.* Fazer pedidos em quantidade bem maiores e manter o estoque de segurança.

2.3.8.2.2 Método por zonas

Os itens são ficam separados por zonas, de forma a deixar a facilitar a contagem e deixar mais eficiente. Utilizado quando se tem um sistema de localização fixa, ou também, para contagem dos itens em processo ou estoque em trânsito. (ARNOLD, 2012).

2.3.8.2.3 Sistema de auditoria de localização

Para o sistema de localização aleatório, os itens podem ser estocados em qualquer espaço disponível e o sistema registra a localização. Devido a falha humana esses registros podem não são tão precisos. No sistema de auditorias um número de localizações de estoque é conferido a cada período. Os números dos itens são checados com o registro de estoques, verificando a localização e os pontos de estoque (ARNOLD, 2012).

Para Arnold (2012) um programa de contagem cíclicas todos os métodos podem ser incluídos. O autor também define quando contar, as contagens cíclicas podem ser programadas em intervalos regulares ou algumas ocasiões. Alguns critérios são: Quando o pedido é emitido; quando um pedido é recebido; quando o registro de estoque chega a zero; quando ocorreu um número específico de transações, quando ocorre um erro.

2.4 MICROCONTROLADORES

De acordo com Oliveira (2017), surgiu desde de 1970 quando a Intel e seus concorrentes, como a Texas Instruments, começaram a criar sua linha de microprocessadores e microcontroladores, assim, os sistemas embarcados passaram a se desenvolver e fazer parte de tarefas que antes eram manuais. Alguns desses componentes se destacaram na automatização dos dispositivos e sistemas por possuir ainda mais funcionalidades, estes passaram a adotar o nome de microcontroladores devido sua função de controle e automação.

2.4.1 Interfaces de entrada e saída

Para Oliveira (2017) um dos grandes benefícios dos microcontroladores é integrar, em um só componente, as interfaces de entrada e saída (I/O), além de outras funções, como memória e circuito oscilador.

As interfaces de entrada mais conhecidas são chamadas de **GPIO** (General Purpose Input Output). Estas permitem ser programadas como entrada ou saídas, através de *software*, e representam interfaces digitais, geralmente assumindo valor 0 ou 1, representa respectivamente o nível de tensão baixo ou alto, na maior parte dos casos (OLIVEIRA, 2017).

2.4.2 Interfaces de comunicação

Para Oliveira (2017), os microcontroladores podem possuir várias interfaces de comunicação, que vão de seriais até de rede. As seriais são mais comuns e antigas e vão desde a RS-232 até USB. As interfaces de rede, possibilitam a comunicação entre dispositivos na rede, seja com fio, geralmente padrão *Ethernet*, ou sem fio, como o *Bluetooth* ou *WiFi*.

As interfaces seriais, ligam dispositivos de uma forma mais direta, através de uma comunicação de ponto a ponto. Quando dois sistemas microprocessados necessitam trocar informações são utilizados periféricos como teclados, redes de sensores inteligentes ou telas (OLIVEIRA, 2017).

As interfaces de rede podem interligar diversos dispositivos em uma rede, com a possibilidade de se comunicar com todos eles, especificando o endereço do dispositivo, ou para todos simultaneamente, resultando no tipo de comunicação chamada de *broadcast.* As interfaces *WiFi* e *Bluetooth* por sua popularização tornaram-se comuns, devido também ao desenvolvimento dos circuitos eletrônicos, com a capacidade de produzir microcontroladores com essas interfaces já embutidas. Os que não a possuem podem acoplá-las através de módulos que as adicionam (OLIVEIRA, 2017).

2.4.3 ESP 32

A seguir é apresentado sobre os módulos programáveis que foram utilizados para a automação da tarefa de leitura e comunicação entre as etiquetas, o computador e celular.

O Microcontrolador ESP 32 foi projetado pela empresa desenvolvedora da tecnologia *Espressif Systems*, lançado recentemente no mercado, no ano de 2016, e já vem sendo considerado um dos mais potentes e funcionais controladores do mercado, possui como pontos positivos a velocidade de processamento, acessibilidade e conectividade, sendo essa última ressaltada pela grande inteligibilidade com a conexão *wi-fi* (KOLBAN, 2016).

Para Ibrahim (2017), o ESP 32 contém um robusto processador, o microcontrolador foi desenvolvido para ser uma modelo *single* ou *dual-core* de 32-bit opera em até 240 MHz de frequências de *clock*, com uma grande capacidade de armazenamento comparado a outros microcontroladores, comparando em termos de memória *flash* ele chega a possuir o dobro do modelo ATmega 2560.

O microcontrolador utiliza para comunicação recursos como *wifi* e *bluetooth*, podendo ser comercializado separado ou em placas já com alguns componentes, com regulador de tensão, porta micro *usb* e diferentes números de portas, e todas essas portas podem ser usadas por sensores e atuadores (ESPRESSIF, 2018).

Entre os módulos que aceitam o ESP 32, o NodeMCU é um dos mais completos, permitindo programar no *chip* através de um ambiente integrado, nas linguagens Lua e Arduino. O módulo possui um regulador de tensão que estabiliza a tensão em 3,3 *volts* desenvolvido para utilização em projetos de internet das coisas, além de possuir 32 pinos de entrada e saída, permitindo a transmissão de dados via *usb* (ESPRESSIF, 2018).

2.4.4 RFID MFRC 522

Quando se fala em cartões sem contato existe uma grande variedade no mercado, como por exemplo os cartões MIFARE, HID iCLASS, FeliCa, Toppan, ASK, Oberthur, Orga, Gemplus. Se diferenciam em tamanho, invólucro, memória e capacidade de processamento. Geralmente possuem alguma criptografia simétrica, o que os tornam ideias aplicações com requisitos de segurança. O cartão sem contato mais conhecido é o MIFARE, um produto da NXP Semiconductors. De acordo com a NXP, em 2008 existiam cerca de 200 milhões de cartões MIFARE em todo mundo, representando cerca de 85% dos cartões inteligentes sem

contato. A família MIFARE contém quatro tipos de cartões: Ultralight, Classic, Plus, DESFire e SmartMX. A versão Classic é a mais utilizada atualmente, disponível em três capacidades de armazenamento: 320B, 1K e 4K; possui autenticação mútua e segurança através da cifra proprietária Crypto-1 que foi mantida em segredo desde sua criação.

O MFRC 522 é um leitor e gravador altamente integrado para comunicação sem contato a 13,56 MHz. O leitor MFRC 522 oferece suporte a MIFARE e NTAG. O transmissor interno do leitor é capaz de acionar a antena de leitor/gravador projetada para comunicar-se com cartões e *transponders* MIFARE sem circuitos ativos adicionais. O módulo receptor oferece uma implementação robusta e eficiente para decodificação e demodulação de sinais de cartões compatíveis com MIFARE e *transponders*. O módulo digital gerencia o enquadramento completo e funcionalidade de detecção de erros. O MFRC suporta comunicação sem contato e usa velocidade de transferência MIFARE mais altas de até 848 KBd em ambas direções (NXP, 2016).

Segundo Oliveira (2017), o conceito de Internet das Coisas surgiu com o RFID, e se espera que as *tags* inteligentes se integrem a projetos de RFID. Como mostra, o leitor mais popular é o RC522, que contém bibliotecas, possui interface SPI e vários tipos de integração disponíveis para o ambiente Arduino, que podem ser copiladas e carregadas em outros microcontroladores.

A antena utilizada para o desenvolvimento do projeto será a do módulo MFRC 522, como permite uma leitura das etiquetas e cartões por proximidade, desde que sejam compatíveis com MIFARE.

2.5 PROGRAMAÇÃO E SOFTWARES

A programação conforme Pereira (2015) é definida por ser uma proposta que mostre um determinado ofício através de alguma lógica, sendo dividida em várias ascendências de forma sequenciada que possam ser aplicadas em um equipamento ou máquina.

Diversas linguagens são utilizadas para a programação, e cada uma delas possui suas peculiaridades, assim com vantagens e desvantagens, sendo o *Assembly* a pioneira delas, atualmente existem várias como: C/C++, *Java, JavaScript, Python*, entre outras.

2.5.1 Linguagens de Programação

2.5.1.1 C++

A linguagem de programação C++ é o resultado da implementação da linguagem C, e vem se propagando no meio dos microcontroladores, devido a possibilidade de trabalhar em altos e baixos níveis e por apresentar um alto grau didático na programação. (DEITEL, 2006).

Como afirma (DEITEL, 2006) os programas na linguagem C++ além da linguagem em si, possuem duas estruturas que os tornam essenciais, conhecidas como classes e funções, que ficam em suas bibliotecas, esses artifícios quando utilizados como fundamentação reduzem o tempo necessário para aprendizagem que levaria em outras linguagens.

2.5.1.2 JAVA

Para (Sierra & Bates, 2009) a tecnologia teve seu início em 1991, em um projeto interno de pesquisa, financiada pela SUN. Esperava-se com projeto a próxima geração de *software* embarcado. Seu desenvolvimento foi baseado em C++, seu criador, *James Gosling*, chamou-a de *Oak.* Depois descobriu-se que já existia uma linguagem com esse nome, então a equipe da SUN sugeriu *Java.*

O projeto enfrentou algumas dificuldades devido o mercado de dispositivo inteligentes para o consumo não avançar como se esperava. Pelo fato da *World Wide Web* crescer em popularidade em 1993, a equipe da *Sun* viu potencial em utilizar *Java* para adição de conteúdos dinâmicos, animações e tipos de interatividades nas páginas da Web (SIERRA & BATES, 2009).

Dessa forma, a *Sun* anunciou o *Java* em 1995 em uma conferência importante. O *Java* impressionou o mundo dos negócios por causa do interesse na *World Wide Web.* Hoje o *Java* é utilizado no desenvolvimento de aplicativos de grande porte para empresas, aprimorar a funcionalidade dos servidores *Web*, jogos e aplicativos de consumo popular, e vários outros propósitos (SIERRA & BATES, 2009).

Oliveira diz que é linguagem gratuita, pertence a Oracle, que comprou a *Sun*, empresa que começou com a linguagem. A linguagem é orientada a objetos e executa em qualquer máquina virtual, o que possibilita que um programa já copilado execute em qualquer plataforma

de *hardware* ou *software.* Isso resolve boa parte dos problemas de compatibilidade, apesar de não todos, como plataformas com *hardwares* muito distintos (OLIVEIRA, 2017).

Programas em *Java* são compostos de partes chamadas de classes. As classes possuem partes chamadas métodos que realizam tarefas e retornam informações. O programador tem a possibilidade de criar todas as partes que precisa no programa, mas a maioria dos programadores *Java* utiliza as coleções de classes existentes nas bibliotecas de classe *Java,* chamados de APIs do *Java* ou *Java APIs (Application Programming Interfaces)* (SIERRA & BATES, 2009).

2.5.1.3 Banco de Dados

Os SGBD (Sistema de gerenciamento de banco de dados) são *softwares* que gerenciam o armazenamento de dados. Os dados ficam organizados em tabelas, e essas mantêm relacionamentos atribuídos a lógica de organização dos dados. O projeto de banco de dados envolve várias etapas: modelagem entidade-relacionamento, álgebra relacional e descrição em linguagem SQL (OLIVEIRA, 2017).

O banco de dados é um conjunto de dados que são relacionados de alguma forma. Esses dados são fatos ou informações que possuem um significado por trás. Como exemplo cita-se nomes, telefones, endereços, etc. Podem ser reunidos em alguma agenda ou no computador, em programas como Access ou Excel. Essas informações constituem uma coleção de dados que possuem um conceito implícito, consequentemente, formam um bando de dados (ELMARSI, 2004).

Para Oliveira (2017), a modelagem entidade-relacionamento é a primeiro passo para a criação de um projeto de um banco de dados. Essa etapa define quais informações devem ser armazenadas e como se relacionam. No final gera um diagrama chamado entidade-relacionamento que mostra os dados estruturados.

2.5.2 Softwares para desenvolvimento

2.5.2.1 Android Studio

O Android Studio é o IDE oficial de desenvolvimento para Android. Desenvolvida pelo Google, com ambiente de criação de interface do tipo arraste e solta, o que torna fácil as

aplicações. Para algoritmos e estrutura de dados utiliza a linguagem *Java* e para interface e configurações a linguagem XML. As telas que são desenvolvidas no ambiente geram um arquivo em XML. Como resultado do aplicativo, é gerado um arquivo .apk que pode ser disponibilizado na Google Play, a loja oficial Android (OLIVEIRA, 2017).

A lógica dos programas é definida em *Java.* Os componentes e eventos são manipulados por classes que são associadas a interfaces. As interfaces se associam a "*Activity"* ou atividade. Essa atividade está associada a um arquivo XML, que que define a interface, e um arquivo *Java,* que define sua lógica (OLIVEIRA, 2017).

2.5.2.2 IDE Arduino

A IDE Arduino está disponível no site oficial do Arduino: *https://www.arduino.cc/* . A linguagem de programação utilizada é o C. Há muitos exemplos de como programar e vários tutoriais na internet para quem deseja começar, inclusive no site da plataforma (OLIVEIRA, 2017).

3 IMPLEMENTAÇÃO E TESTE DA TECNOLOGIA EM AMBIENTE DE LABORATÓRIO

3.1 IMPLEMENTAÇÃO DA IDEIA

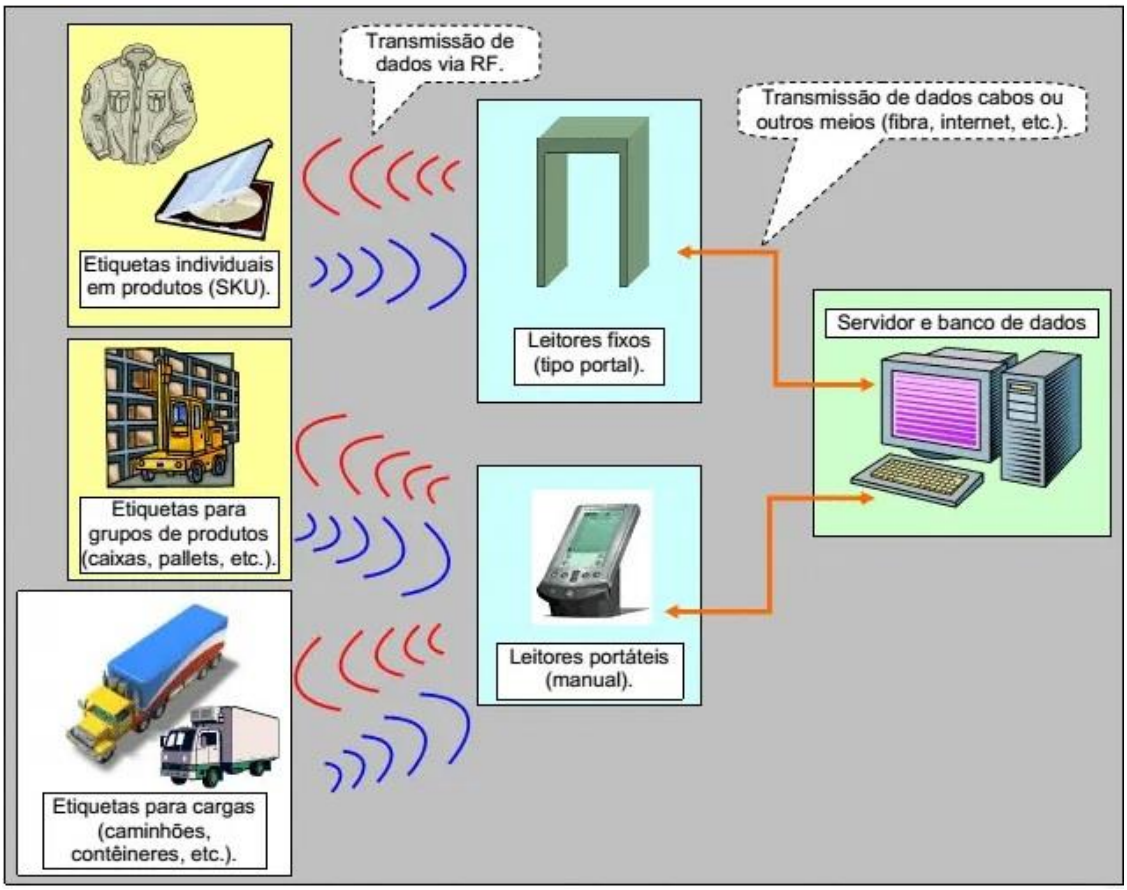
A ideia é desenvolver um leitor de radiofrequência de baixo custo para utilização em um depósito ou armazém. Com objetivo de obter mais agilidade na conferência, contagem e registro de itens, e consequentemente melhorar o controle de estoques. O uso desse leitor RFID pode ser ampliado em uma loja de varejo, lugares com grandes volumes de itens a serem controlados, para segurança e controle patrimonial ou até mesmo outras aplicabilidades que possam ser executadas.

Na empresa, essa leitura e identificação poderia ser realizada de várias formas. O primeiro passo, antes de realizar a leitura, é determinar qual o ambiente a ser controlado. E em quais outras áreas deseja instalar os leitores e antenas e em quais aplicações.

Ao receber as mercadorias, todos itens devem ser etiquetados com as etiquetas de RFID antes de entrarem no local de armazenamento e realizar a leitura dos mesmos.

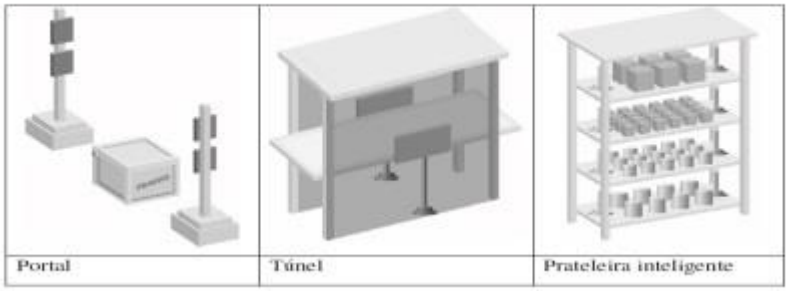
Na entrada do ambiente onde ficarão armazenados, teria a opção de realizar a leitura através de vários tipos de leitores. Alguns tipos de leitores são: portal, prateleira inteligente, túnel e portátil. Abaixo segue imagens de como podem ser instalados esses leitores, na Figura 1, tem o funcionamento do sistema com RFID e um exemplo leitor portátil e de um leitor fixo, na Figura 2, tem alguns tipos de posicionamentos de leitores:

Figura 1: Sistema utilizando RFID com leitor fixo e portátil



Fonte: https://www.embarcados.com.br/rfid-etiquetas-com-eletronica-de-ponta/

Figura 2: Tipos de posicionamento de leitores



Fonte: Glover & Bhatt, 2006

A seguir é apresentado alguns exemplos de posicionamento dos leitores e sugestões de posicionamento dos leitores na empresa para realizar esse processo de leitura:

-Adicionar os leitores na porta de acesso de forma que uma varredura de todos itens já seria feita ao entrar no estoque. Essa leitura pode ser realizada no próprio caminhão ao chegar no centro de distribuição, desde que utilize o leitor mais potente.

-Adição de um portal, que consiste em um local por onde o item passa, e antenas fixas adicionadas nele realizam a varredura automaticamente, conferindo e adicionando a carga ao estoque em poucos segundos através de um carrinho ou palete.

-Prateleiras inteligentes, que consiste em antenas espalhadas nas prateleiras do estoque para que seja feita uma varredura no local em tempo real. Podendo obter o controle de todos os itens armazenados e na melhoria da segurança do armazém.

- Leitor portátil, esse pode ser utilizado para fazer a conferência manual no estoque, em que um colaborador caminha pelo estoque com o dispositivo fazendo a varredura de toda área. Pode-se utilizar empilhadeira ou carrinho para a tarefa. Podendo ser utilizado também em qualquer outro ambiente de difícil acesso.

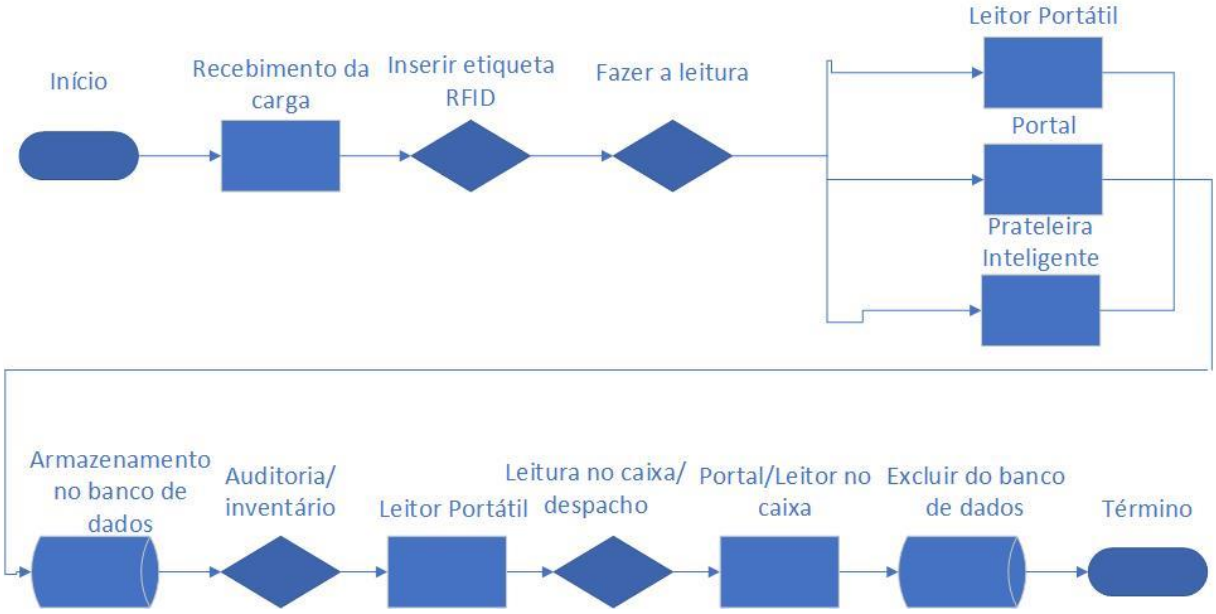
-Em caso de uso dentro de uma loja, e os itens já possuam a identificação da etiqueta, podem ser lidos por um portal fechado ou algum local com leitores. Assim, o próprio cliente poderá realizar a leitura dos itens dentro do próprio estabelecimento e consultar o valor das mercadorias durante o processo de compra, bastando apenas colocar o carrinho nesse local de leitura.

Após os itens serem registrados ao realizar a leitura por algum dos processos citados acima, o sistema fará a contagem e mostrará o registro desses itens. Esse registro de informações ficará salvo em um banco de dados que pode ser acessado por aplicativo, esse processo é realizado pelo leitor e o sistema. Esse banco pode ser integrado ao sistema utilizado. Já no armazém da empresa, pode ser realizado auditoria e contagens no estoque através de leitor portátil ou uso das prateleiras inteligentes.

Se no processo pretende-se utilizar a ferramenta no controle de uma loja, os caixas podem utilizar um portal ou leitor portátil que fará a leitura dos itens e já realizará a retirada automática de todos produtos do banco de dados, facilitando e agilizando o processo de venda. Pode ser usado também contra furtos, espalhando portais RFID no acesso as lojas.

A seguir, mostra-se um fluxograma de como funciona o processo de estocagem até o despacho ou venda do produto com o uso de leitores RFID e no armazenamento de dados no sistema:

Figura 3: Fluxograma do processo com RFID



Fonte: Próprio autor

Ao implementar a ferramenta em alguma empresa, a primeira decisão é definir o local que será aplicado a tecnologia.

A próxima etapa é definir a quantidade de leitores, os tipos utilizados e a distância de leitura desejada. Ou seja, se terão portais na entrada, leitores portáteis para realizar o inventário, prateleira inteligentes (antenas estratégicas no armazém) e portais no caixa de saída da loja. Próximo passo é realizar um teste nas antenas e garantir que a leitura das etiquetas vai ser feita de forma correta ao passar o item. Nessa parte é definido a potência necessária dos leitores para garantir que o sistema será eficiente na comunicação entre etiqueta e leitor. As etiquetas devem transmitir os dados com sucesso.

Após a definição dos equipamentos, é iniciado a instalação do sistema físico na empresa, instalando os leitores e antenas que já foram definidos, verificando a eficácia do sistema em varrer todos os itens que passarem.

Em seguida o software é definido de acordo com a aplicabilidade que foi definida para o sistema. Este aplicativo, pode ser configurado e desenvolvido para uma aplicação que vise mostrar informações para o cliente final ou fornecedores.

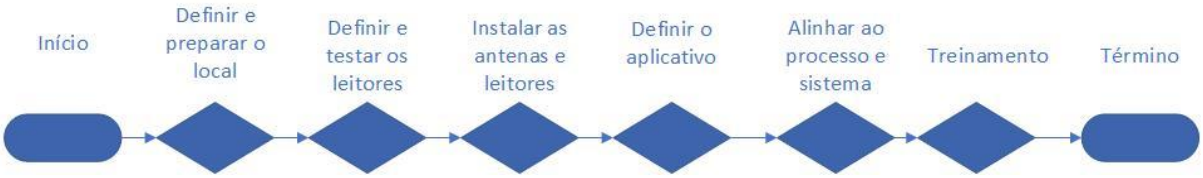
Posteriormente, buscar reforçar na empresa o uso da ferramenta alinhada ao processo utilizado. Por exemplo, se em algum processo é verificado a utilização das etiquetas, feito a contagem ou a leitura através do portal, todos essas tarefas devem ser adicionadas ao processo.

Ao final, toda essa implantação deve ser alinhada ao servidor da empresa, de forma que o aplicativo possa integrar com o sistema da empresa e os funcionários também se adaptem a essa ferramenta.

Para uma implantação adequada e eficiente, um treinamento deve ser realizado a fim de capacitar os funcionários a nova realidade dos processos e no uso da nova ferramenta.

A seguir, é apresentado um fluxograma de implantação da ferramenta em um ambiente de armazenamento:

Figura 4: Fluxograma da Implementação da Ferramenta



Fonte: Próprio autor

Para o trabalho foi desenvolvido um protótipo que foi simulado em ambiente de laboratório, utilizando como alternativa uma tecnologia de baixo custo, visando aproximar ao máximo da realidade financeira das organizações brasileiras. As aplicações vão se adequar a realidade de cada empresa, ou seja, de acordo com o volume de produtos, quantidade de item estocado, preço, etc. Para realização no laboratório foi utilizado um sensor de baixo custo que faz uma leitura a curta distância, que para efeitos de teste é mais do que o necessário, essa antena/leitor foi o RFID MFRC 522, ver item 2.4.4, em outras aplicações podem ser adicionadas mais antenas e leitores para atender a empresa em questão. Esse sensor é controlado através do uso de um microcontrolador ESP32, vide 2.4.3, que fará a conexão por meio da comunicação *bluetooth* (interface de comunicação citada na seção 2.4.2 por Oliveira (2017)) com um dispositivo móvel que gerenciará os dados através de um aplicativo instalado nele, o aplicativo está contido na 4ª camada na implantação da tecnologia no fluxo das informações, conforme cita Banzato (2017) no item 2.1.4.2 a respeito de camadas da tecnologia. O aplicativo contará com um banco de dados, vide 2.5.1.3, que armazenará os dados de entrada e saída dos itens, assim como suas especificações definidas. A seguir, é mostrado a implementação do *hardware*, do *software* e a simulação do protótipo.

3.2 IMPLEMENTAÇÃO DO HARDWARE

O hardware utilizado para o estudo foi o módulo ESP32, citado em 2.4.3. Foi escolhido fato deste equipamento já ser desenvolvido com a capacidade de proporcionar uma comunicação sem fio através de *wifi* e *bluetooth*., vide item 2.4.3 por Espressif (2018) e item 2.4.2 por Oliveira (2017), não necessitando de módulos adicionais para isso, além de possuir grande poder de processamento.

Os seguintes componentes foram utilizados para montar o protótipo e simular como funcionará o registro nesse sistema de controle de estoque:

- Módulo ESP32, item 2.4.3;
- Módulo de leitura e escrita (sensor/antena) RFID MFRC522 de 13.56 MHz, item 2.4.4;
- *Tag* (Etiqueta) de 13.56 MHz, vide 2.2.3 por Oliveira (2017);
- Cabos (*jumpers*) para conexão;
- Cabo Serial USB, item 2.4.2;

3.2.1 Componentes

Módulo ESP32: trabalha com comunicação *wifi* e *bluetooh*, item 2.4.3. Possui um conversor serial para converter usb para serial que permite a programação através do Arduino IDE sem auxílio de nenhum adaptador, vide 2.4.2. Possui um regulador de tensão, vide item 2.4.3, e pinos machos compatíveis com *jumpers.*

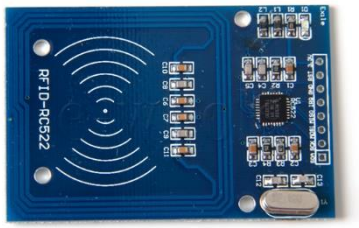
A placa tem acesso a 25 GPIOs, que permitem ser programadas como entradas e saídas, vide item 2.4.1, com as seguintes funcionalidades: 18 portas analógicas, 16 portas com funcionalidade PWM, 10 portas com sensor de Toque Capacitivo, 3 interfaces Seriais, 3 interfaces SPI, 2 interfaces I^2C, 2 interfaces I^2S, 2 conversores de digital para analógico.

Figura 5: Módulo ESP 32

Fonte: https://www.espressif.com/en/products/devkits

Módulo RFID RC522: trabalha a 13.56 MHz, também é compatível com cartões MIFARE). Capaz de ler e escrever em cartões por proximidade. Identifica automaticamente a presença da TAG. Ver 2.4.4.

Figura 6: Módulo RFID RC522



Fonte: https://www.vidadesilicio.com.br/modulo-rfid-rc522-mifare

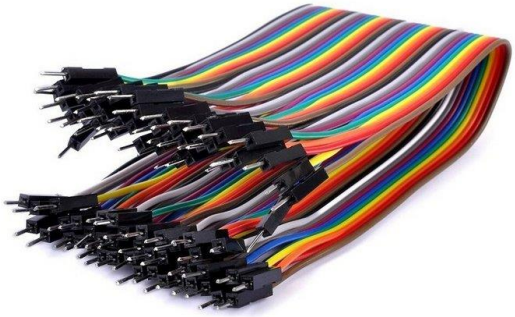
***TAG* de 13.56 MHz**: é um *transponder*, que trabalha em alta frequência com citado por Oliveira (2017) em 2.2.3. Que recebe e envia sinais de alguma base transmissora através de um chip contido nela.

Figura 7: *TAG* de 13.56 Mhz

Fonte: https://www.vidadesilicio.com.br/modulo-rfid-rc522-mifare

Cabo *jumper*: Para a prototipagem. Utilizado para conectar os componentes eletrônicos.

Figura 8: *Jumpers* para conexão



Fonte: https://www.eletronlineshop.com.br/cabo-jumper-20cm-macho-macho-40-unidades

Cabo USB: utilizado para conexão serial, vide 2.4.2, entre o *Notebook* com o módulo ESP32.

Figura 9: Cabo Serial

Fonte: https://www.usinainfo.com.br/cabo-usb/cabo-micro-usb-75cm-para-nodemcu-esp8266-esp32-arduino-leonardo-yun-micro-due-raspberry-pi-e-digispark-preto-4851.html

Conexão ESP 32 e RFID MFRC 522

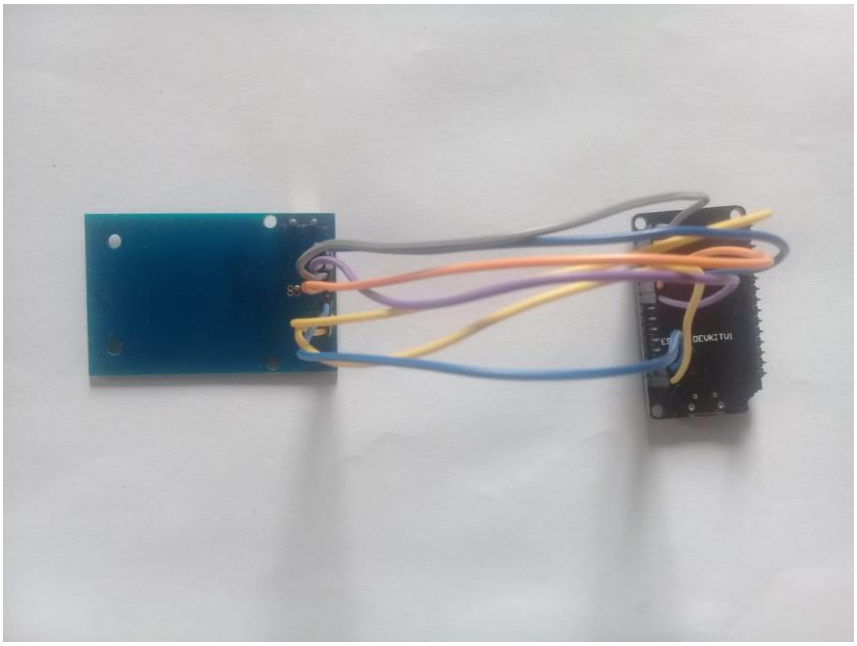
O módulo ESP32, item 2.4.3, se conecta ao módulo RFID 522, citado em 2.4.4, através dos pinos 18, 19, 21, 22, 23, GND e 3.3V, do módulo ESP32 e dos pinos RST, GND, MISO, MOSI, SCK, DAS e 3.3V do módulo RFID MFRC 522. Seguem as conexões com os respectivos pinos na (Tabela 1) e (Figura 6), e o diagrama de conexão (Figura7) entre os módulos através dos *jumpers.*

Tabela 1: Pinos de Ligação

RFID	ESP32
3.3V	3V3
RST	D22
GND	GND
MISO	D19
MOSI	D23
SCK	D18
SDA	D21

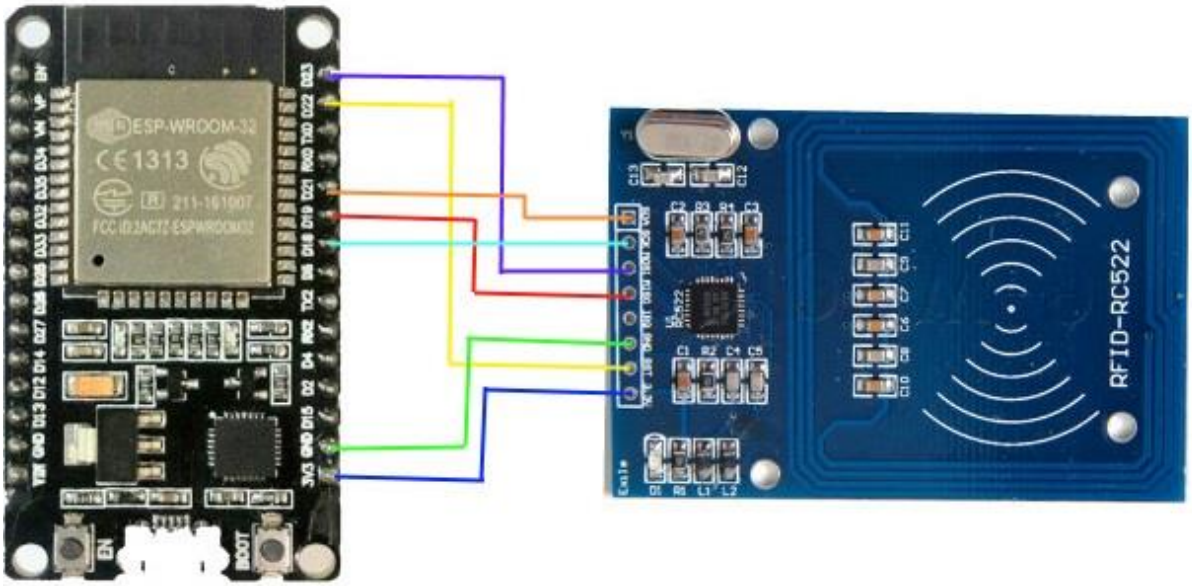
Fonte: Próprio Autor

Figura 10: Protótipo com a ligação pronta



Fonte: Próprio autor

Figura 11: Diagrama de Conexão



Fonte: Próprio autor

3.3 IMPLEMENTAÇÃO DO SOFTWARE

Na próxima parte será apresentado a interface do Arduino IDE, item 2.5.2.2, como a interação dela com o ESP32 é realizada através do cabo serial, ver item 2.4.2 em tipos de interfaces assíncronas. Em seguida será mostrado o código fonte no IDE do Arduino e explicado seu funcionamento.

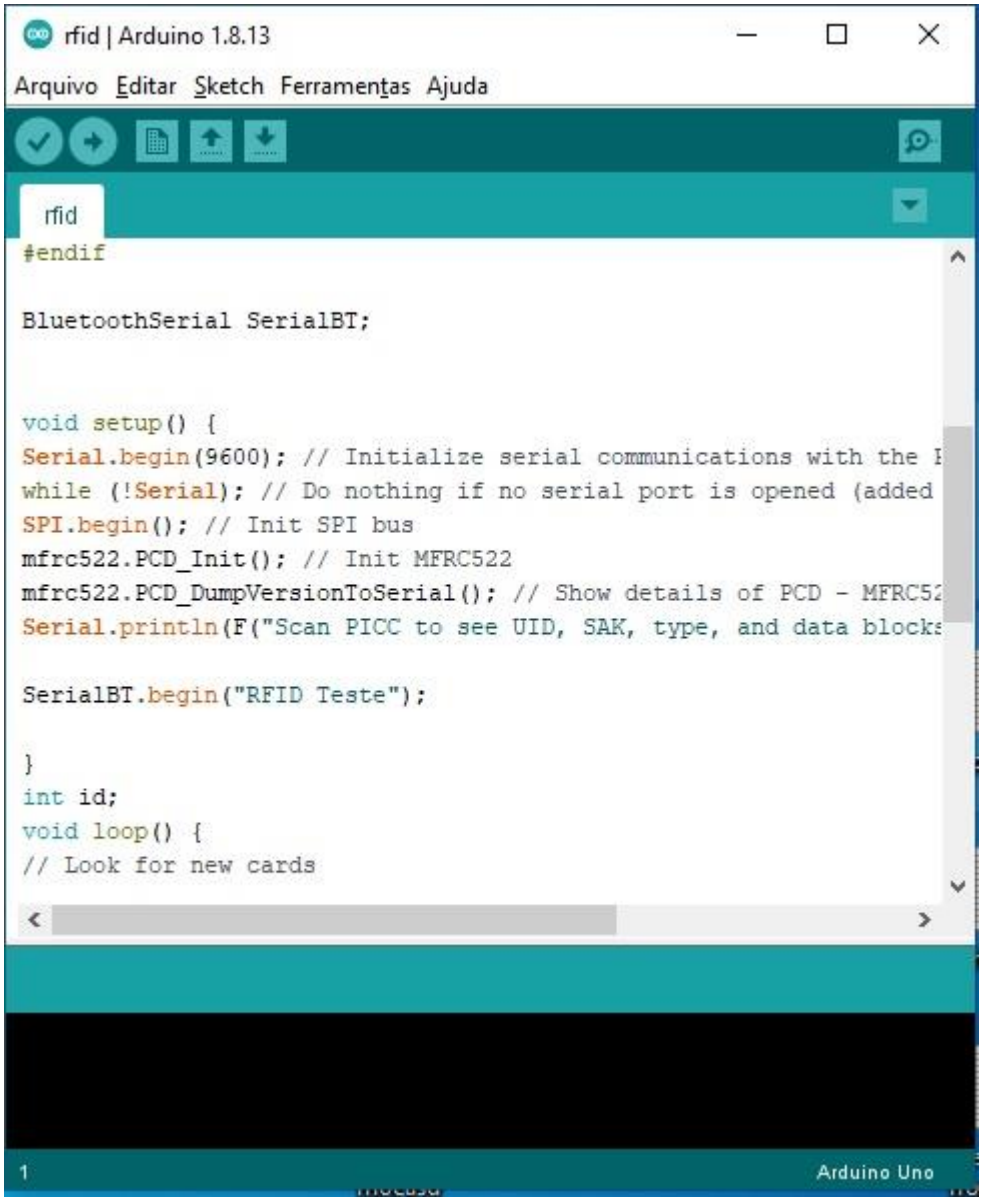
O *software* do Arduino pode ser baixado no site www.arduino.cc, é livre e está disponível para Linux, Windows e Mac.

3.3.1 Interface do Arduino

A interface do Arduino é dividida basicamente em três partes: a barra de ferramentas, o espaço do código e uma janela de mensagens. Acima de tudo existe a barra de menus com algumas possibilidades que a barra de ferramenta possui para abrir arquivos e outras ferramentas.

Os botões da barra de ferramentas oferecem as funções principais e mais utilizadas dentro desses menus, como salvar, abrir um novo arquivo ou já existente, verificar se há erros. No espaço reservado para o código é onde o desenvolvedor escreve o código e em seguida é verifica e compilado. A janela de mensagens informará se existe algum erro. Quando o código está corrigido este é transferido para o ESP32 por meio do cabo USB.

Figura 12: Código utilizado no Arduino para conexão *Bluetooh* e leitura das *tags*



Fonte: Próprio Autor

3.3.1.1 O código

Para o desenvolvimento do código foi utilizada a linguagem C/C++, 2.5.1.1, que é disponibilizada na instalação do Arduino.

Um *loop* faz com que o leitor, item 2.4.4, fique buscando alguma *TAG* passiva, vide 2.2.2.2, através da emissão de ondas de radiofrequência. O leitor continua essa busca até que encontre alguma *TAG*. Quando essa *TAG* passa pela área de cobertura da antena, o campo magnético é detectado pelo leitor, que decodifica os dados codificados nela, e faz uma busca no arquivo de dados a existência dessa *TAG*, vide 2.5.1.3.

A busca é realizada linha a linha e caso essa *TAG* seja detectada é mostrada a identificação da mesma. Caso não seja, o loop continua a busca até que encontre alguma *TAG* passando pelo sensor.

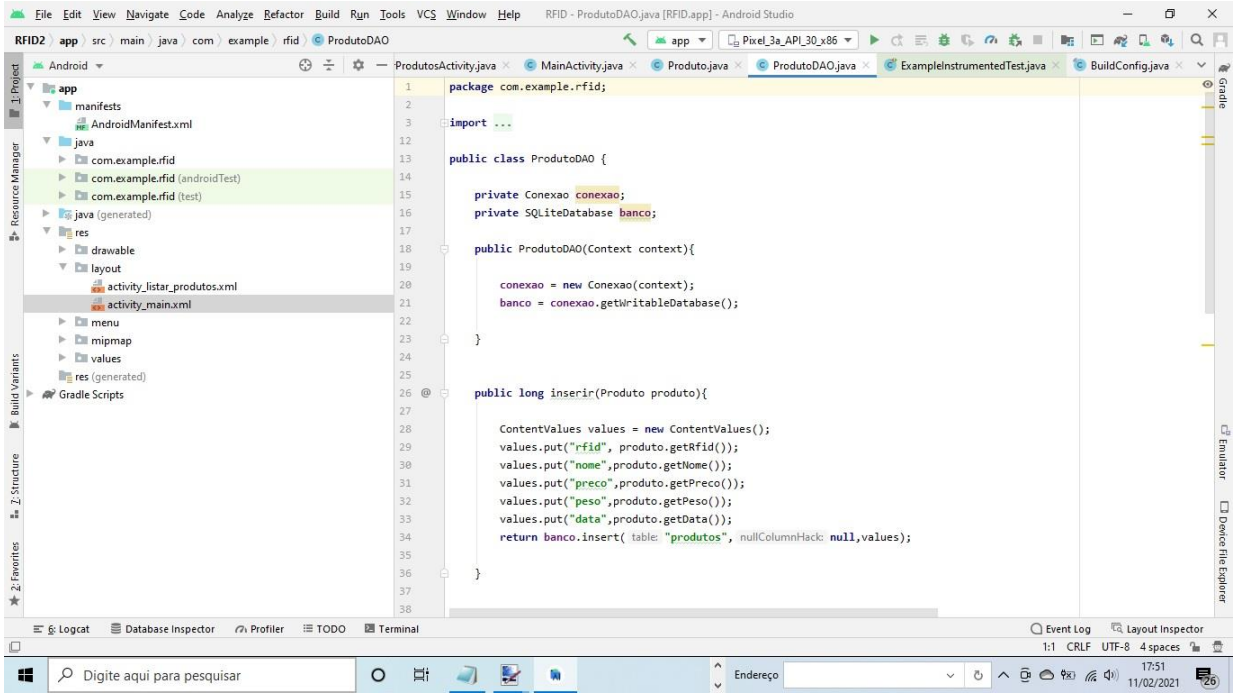
O nome do item será salvo em um arquivo com todos os outros itens do estoque, mas para isso, um aplicativo com um banco de dados será criado para guardar e facilitar o registro dessas informações. O item será registrado de acordo com a identificação recebida assim que cadastrado. Em seguida, o sistema voltará a aguardar uma nova *TAG* para leitura.

3.3.2 Interface do Android Studio

Para o desenvolvimento do aplicativo foi utilizado o Android Studio, a linguagem que foi utilizada para a programação foi *Java*, item 2.5.1.2, e bibliotecas SQLite para realização do banco de dados, item 2.5.1.3. Logo acima na interface do aplicativo possui a barra de menus, para realizar diversas tarefas. Abaixo dessa barra está a barra de ferramentas com as ferramentas mais usadas, os botões dessa barra fornecem um acesso mais rápido a funções da barra de menus. Ela também pode ser modificada com o botão direito. Á esquerda dela está a barra de navegação oferece uma maneira mais conveniente de navegar pelos arquivos e pastas do projeto. A janela do editor fica logo abaixo no canto direito, ela exibe todo o conteúdo onde o desenvolvedor está trabalhando atualmente. Por exemplo, ao editar um código o editor de código aparecerá. Ao trabalhar com o editor de layout a interface de layout do usuário aparecerá. A barra de status fica logo abaixo de tudo, ela exibe mensagens informativas sobre o projeto e as atividades. Passar o mouse sobre os itens na barra de status fornecerá uma descrição desse campo. No canto esquerdo está a janela de ferramenta do projeto, ela fornece uma visão geral hierárquica da estrutura do arquivo do projeto, permitindo a navegação para pastas e arquivos

específicos a serem utilizados. Ela pode ser usada para exibir o projeto de várias maneiras diferentes.

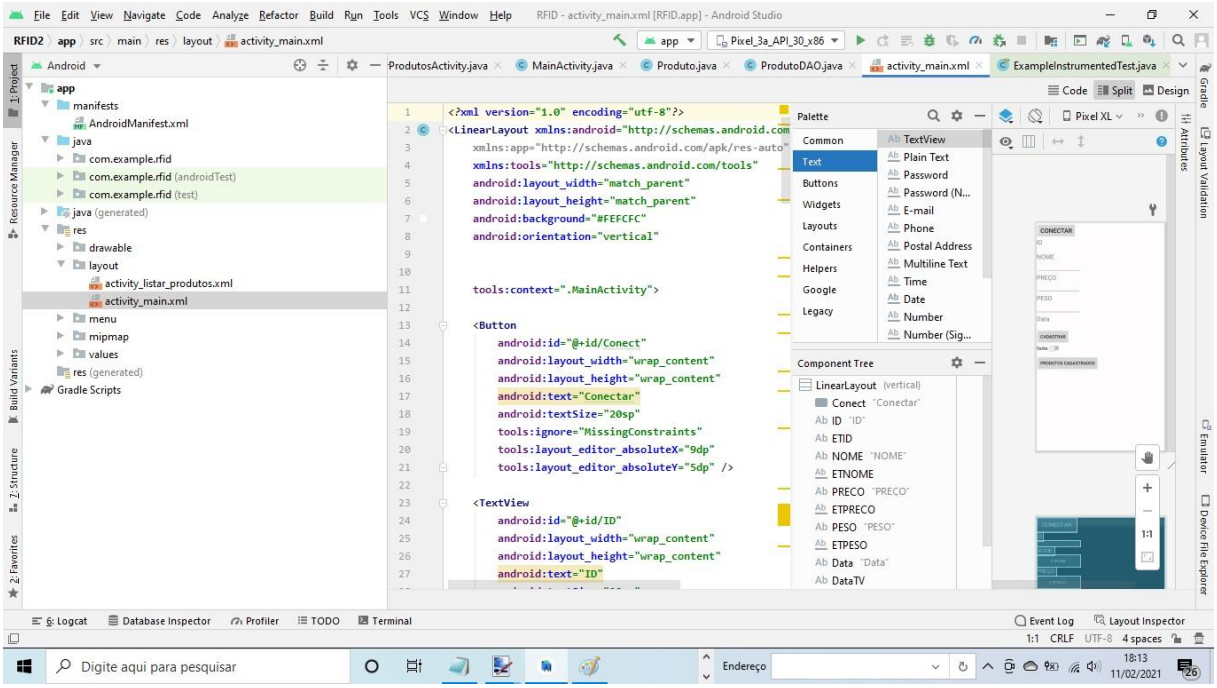
Figura 13: Interface Android Studio



Fonte: Próprio Autor

A interface do Android Studio permite aos desenvolvedores fazerem também a edição do layout. Onde é configurado cada componente que será adicionado na paleta, como os botões ou caixas de texto editáveis que foram adicionadas ao projeto. Os tipos dos botões utilizados no caso do projeto, foram “Button”, que dispara ação do evento assim que recebe um clique, e “Switch”, que dispara o evento ao mudar o sentido da chave de desabilitada para habilitada, e vice-versa. E para texto são utilizados “TextView”, que só exibe o texto, e “EditText”, que permite edição pelo usuário.

Figura 14: Janelas de Layout



Fonte: Próprio autor

3.3.2.1 Desenvolvimento do Código

Pelo fato dos dados assim que forem lidos obterem uma interação direta com o dispositivo móvel, optou-se por utilizar a comunicação *bluetooth*, uma das interfaces de rede citadas em 2.4.2, devido a facilidade de funcionamento até mesmo a possibilidade de uso em ambientes desprovidos de internet. A ID respectiva da *TAG* do item que é lida, passa através do módulo ESP32, ver 2.4.3, do sensor de leitura, item 2.4.4, e é mostrada no aplicativo em desenvolvimento, e através do mesmo são adicionadas e inseridas outras informações e especificidades do item. Essas informações são cadastradas quando um item passa pelo ponto de leitura e são armazenadas no banco, visando automatizar esse fluxo de informações, como é citado em 2.1.4.2. No banco de dados são registradas as informações do item, como data de chegada, quantidade de itens e outras informações específicas, como cita em 2.3.7.

O banco de dados será responsável por administrar as informações de estoque. Assim, através dos dados obtidos dele a empresa poderá gerenciar todos indicadores, auxiliará na tomada de decisão em relação a estoque, etc. O aplicativo também pode ser configurado para que quando o estoque do item esteja em um determinado nível ou próximo dele, mensagens

sejam emitidas alertando o responsável que deverá ser realizado mais pedidos ou produzir determinado item.

3.3.2.2 O código

O código como já foi dito anteriormente é baseado na linguagem Java, 2.5.1.2, e SQLite, que é uma biblioteca em linguagem C que implementa um banco de dados SQL embutido, ver linguagem SQL em 2.5.1.3. O código foi divido em algumas classes. A classe principal, item 2.5.1.2, funciona como uma "atividade" no aplicativo, que para efeitos de entendimento é o mesmo que uma tela que aparece no dispositivo, vide item 2.5.2.1.

3.3.2.2.1 Conectar

Nessa tela principal foi configurado um botão "CONECTAR" que ao ser pressionado altera sua cor para verde, e já liga automaticamente o *bluetooth* do dispositivo móvel. Se não for possível iniciar a conexão *bluetooth*, um erro ao conectar aparecerá.

3.3.2.2.2 Registro de informações

Caso alguma *tag* passe pelo leitor e o item não esteja registrado, automaticamente aparecerá o "ID" do item em questão, essa identificação será mostrada automaticamente. Abaixo da palavra "NOME" aparece um espaço editável para que seja colocado o nome do item da respetiva *tag* em questão. Na palavra "PREÇO" é destinado a inserir o valor pelo qual este item foi adquirido. E na palavra "PESO" é digitado o peso do produto. A data é registrada automaticamente assim que é feita a leitura do item, essa data será registrada como a data de entrada do item no estoque. Logo em seguida o botão "CADASTRAR" deverá ser pressionado para que o item seja registrado no estoque sistêmico. Ver exemplo na Figura 15.

Figura 15: Tela principal do aplicativo

Fonte: Próprio autor

3.3.2.2.3 Retirada

Um botão do tipo switch chamado “Saída” quando habilitado serve para selecionar o item e retirá-lo do banco de dados e do estoque, caso o usuário queira fazer deverá habilitá-lo e passar o item que deseja retirar. Ver Figura 16.

Figura 16: Botão de saída acionado para retirada

Fonte: Próprio Autor

3.3.2.2.4 Acessar produtos registrados

Por último, no final da tela, está o botão “PRODUTOS CADASTRADOS” que ao ser selecionado é direcionado para uma outra tela onde estão listados os produtos que já foram cadastrados. Essa tela funciona como outra “atividade” na aplicação. Caso queira consultar os produtos que estão no estoque deverá selecionar esse botão. Ver exemplo dessa tela na Figura 17.

Figura 17: Tela da lista de produtos cadastrados

Fonte: Próprio autor

Caso alguma *tag* já esteja cadastrada e o botão “Saída” que retira o item, não esteja habilitado, todas as informações do item que foram registradas aparecerão na tela principal. Como mostra a Figura 18.

Figura 18: Exemplo das informações de um item cadastrado

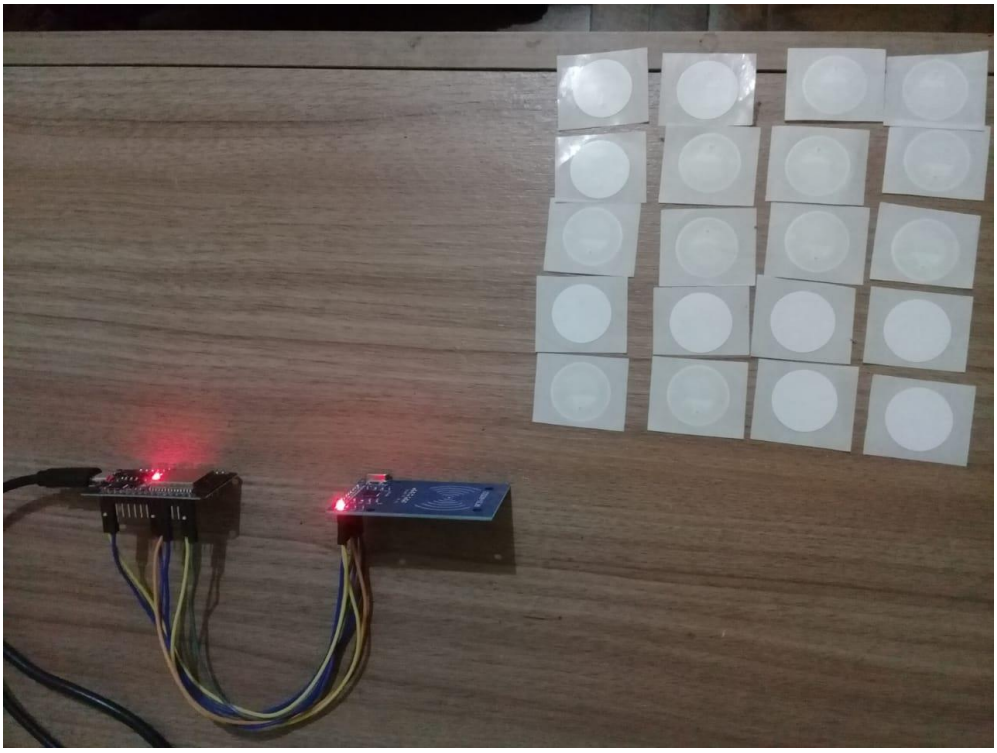
Fonte: Próprio autor

3.4 SIMULAÇÃO

3.4.1 Local da simulação

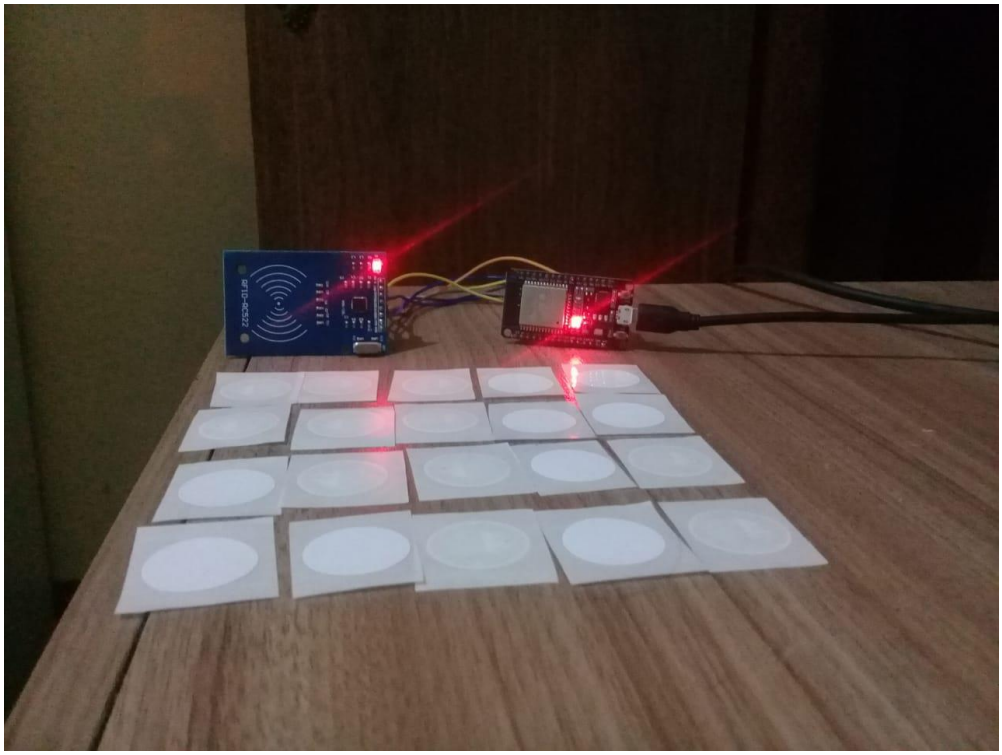
O teste foi realizado em ambiente de laboratório como já falado anteriormente no escopo. A simulação foi baseada em 20 etiquetas passivas, citadas em 2.2.2.2, que são cadastradas simulando os itens que estão entrando no estoque de uma papelaria fictícia, como é realizado nas atividades de depósito, citado em 2.3.2. Destacando que as informações de entrada durante o cadastro foram: identificação, preço, peso, data de entrada. Arnold (2017), destaca em 2.3.7, que três informações devem ser exatas: descrição da peça, quantidade e localização. Isso permite as organizações operar um sistema eficaz de administração de materiais, manter um nível de satisfação no atendimento e operar com mais eficácia. Na figura 19 está o protótipo do leitor, item 2.4.4, pronto para realizar a leitura das *tags* e já conectado ao ESP32, item 2.4.3, como já dito anteriormente as próprias etiquetas estão simulando os itens do estoque:

Figura 19: Vista superior da montagem e simulação



Fonte: Próprio autor

Figura 20: Simulação de um estoque



Fonte: Próprio Autor

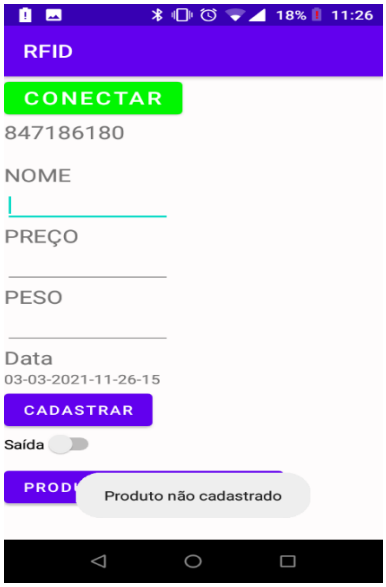
3.4.2 Cadastro dos itens (etiquetas)

As etiquetas foram cadastradas individualmente para verificar se o sistema estava inserindo as informações corretamente ao banco de dados, item 2.5.1.3. Foi testado se cada uma delas era reconhecida ao serem lidas, e se era mostrado suas respectivas informações cadastradas, item 3.2.2.2.4, ver figura 21 a seguir. E também, se todas foram corretamente inseridas ao banco de dados, conforme item 3.2.2.2.4. Se alguma etiqueta ainda não estivesse cadastrada, apareceria uma mensagem informando que o produto não foi cadastrado, ver figura 22.

Figura 21: Informações de um produto cadastrado

Fonte: Próprio Autor

Figura 22: Produto não cadastrado



Fonte: Próprio Autor

3.4.3 Acesso a lista de produtos

A seguir, utilizou-se a tela de atividade, ver 2.5.2.1, que era acessada ao clicar no botão “LISTA DE PRODUTOS”, e verificou se todos os produtos cadastrados e suas informações estavam corretamente inseridas no banco de dados, como mostra a figura 23.

Figura 23: Todos itens registrados no estoque com a data e hora de entrada

Fonte: Próprio Autor

3.4.4 Retirada de Produtos

Em seguida, usou o botão do tipo *switch* “Saída” para excluir três itens e verificar se o sistema estava conseguindo efetuar a retirada do item do estoque com precisão. Para teste, foi realizado a retirada de duas lapiseiras e um lápis, que estavam na figura 23 anterior, e são retirados do registro no banco como é mostrado nas figuras 24 e 25:

Figura 24: Simulação utilizando a chave de saída habilitada para retirada dos itens

Fonte: Próprio autor

Figura: 25: Estoque já com os itens retirados

Fonte: Próprio autor

3.4.5 Investimento do Projeto

Para realização do projeto foi investido um pacote com 20 etiquetas de 13,56Mhz, compatíveis com o padrão NFC conforme cita Oliveira (2017) no item 2.2.3, totalizando R$34,90 (trinta e quatro reais e noventa centavos). A placa do módulo de desenvolvimento ESP 32, citado em 3.1.1 na figura 1, custou um valor de R$32,00 (trinta e dois reais).

Para ligação foram necessários um total de 7 cabos *jumpers,* item 3.1.1 figura 4, do tipo fêmea, os cabos tiveram um custo aproximado de R$1,50 (um real e cinquenta centavos). O cabo USB serial, item 3.1.1., tem um custo aproximado de R$ 5,00 (cinco reais). Já o módulo de leitura e escrita (sensor) RFID MFRC522 de 13.56 MHz, vide 2.4.4 e 3.1.1, na figura 2, teve um custo de R$15,50(quinze reais e cinquenta centavos).

O investimento no dispositivo móvel não foi considerado, como já possuía este, e também foi considerado que em toda empresa a maioria das pessoas possuam um aparelho celular, ou a empresa já tenha algum a disposição para uso profissional. Para o desenvolvimento dos sistemas, os *softwares* e IDE's, utilizadas são gratuitas e não possuem custo para utilização, vide 2.5.2.1 e 2.5.2.2.

No total foram investidos um valor total de R$88,50 (oitenta e oito reais e cinquenta centavos), isso sem contar o frete para aquisição dessas mercadorias e o valor do aparelho celular. Também pode ser adicionado o valor para compra de uma bateria de 9V, caso queria realizar a leitura a distância.

3.4.6 Rotina na Empresa e Possível Aplicação do Modelo

3.4.6.1 Treinamento do pessoal

O sistema até então proposto caso fosse implementado em uma situação real forçaria a mudar algumas rotinas na empresa, primeiramente os colaboradores que fossem utilizar o sistema receberiam um treinamento na ferramenta, pois como sugere Arnold em 2.3.6.2, a capacitação e treinamento é essencial para o funcionamento de um sistema de controle de estoque, ele não seria um treinamento tão complexo, já que a interface é de fácil utilização e bem intuitiva.

O treinamento do pessoal na ferramenta deve ser alinhado aos procedimentos já adotados nas tarefas da empresa, como é citado em 2.1.3, os processos das empresas precisam

ser remodelados para utilização dos sistemas de informação. Assim, o treinamento deve ser bem fixado para adaptação à nova realidade. A falta de treinamento ou pessoal mal treinado é apontado como um dos erros de registros, 2.3.7.1, dessa forma, um bom treinamento pode ajudar na busca pela diminuição os erros.

O acesso ao local deverá ser restrito, como sugere em 2.3.6.1, visando evitar erros devido a acesso de pessoal não autorizado. Um identificador de radiofrequência pode ser adicionado ao acesso no estoque, para que só tenha acesso ao local autorizado quem possua um cartão MIFARE de 13,56MHz.

3.4.6.2 Registro dos itens

Ao ligar o aplicativo deve-se conectar e garantir que a comunicação *bluetooth* esteja funcionando, o aplicativo liga automaticamente, caso não funcione, um erro ao se conectar aparecerá, vide 3.2.2.2.1.

No treinamento também pode ser reforçado como é aderido a etiqueta ao item e a forma que deverá ser realizado o procedimento, um mapeamento dessa tarefa pode ser descrito de forma a manter o processo documentado e auxiliar em futuros treinamentos, reprogramando os processos para nova realidade, como cita Caxito e Nogueira em 2.1.4.2. No processo de registrar, pede-se que a leitura seja realizada já com a etiqueta no item, com intuito de evitar falhas, pois como diz Arnold (2013) em 2.3.6, o controle físico exige um bom sistema de numeração de peças, sistema de transação simples e bem documentado.

Assim que realizada a leitura do item, as características e informações devem ser inseridas antes de realizar o cadastro, vide 3.2.2.2.2, caso seja necessário o aplicativo pode ser modificado para que somente seja permito o cadastro se algumas informações obrigatórias forem colocadas. Depois de inserir as informações obrigatórias deve-se clicar em cadastrar, 3.2.2.2.2. Dessa forma, o *software*, item 2.4.3, se conecta ao banco de dados, item 2.5.1.3, e inseri os dados preenchidos e o identificador da etiqueta, ver item 3.3.2. Esses itens seguem para o referido local de depósito, o armazenamento será de acordo com o sistema de localização utilizado pela empresa ou por determinada característica dos itens. Arnold (2013) diz que não existe um sistema universal de localização, mas podem ser combinados de acordo com as características dos itens, e sugere alguns tipos de localização de estoque, itens 2.3.4, 2.3.4.1 e 2.3.4.2, sendo feito o armazenamento assim que realizado o cadastro. A tecnologia pode ser utilizada para facilitar o sistema de localização, ou criar um sistema baseado em leitores RFID

nas próprias prateleiras, aproximando-se de um sistema de localização flutuante, como é citado em 2.3.4.2

De acordo com as citações em 2.3.4, 2.3.6 e 2.3.7, um bom sistema de localização do estoque, de identificação, de registro, uma boa execução física da transação, precisão no registro, aumentam as chances de obter um sistema de registro de estoques mais preciso. Além da informação de peso do item, pode ser acrescentado a informação do volume ocupado, como é citado em 2.3.3.1 e 2.3.3.2, essas informações de peso e dimensões podem ser utilizadas para melhorar a acessibilidade e a utilização cúbica do estoque, permitindo que itens mais pesados fiquem mais próximos da saída e itens grandes sejam dispostos de forma a otimizar o espaço, podendo até mesmo contribuir para distribuição da carga e no carregamento dos caminhões.

3.4.6.3 Contagem e Monitoramento do Estoque

Após cadastrados todos os itens recomendam-se uma contagem cíclica, citada em 2.3.8.2, conferindo lotes de itens unitizados em quantidades fixas, para assegurar a contagem. Após essa contagem os itens poderão ser armazenados, seguindo os procedimentos sugeridos em 2.3.6, que diz respeito ao controle físico e segurança na a realização da atividade, garantindo também, que o acesso do pessoal seja autorizado somente em horário de funcionamento. Durante o registro e contagem, é realizado um procedimento de forma a evitar erros nos registros, citados em 2.3.7.1. A precisão no registro é verificada de acordo com o indicador, citado por Bertaglia (2009) no item 2.3.7.2, o nível de tolerância de cada item é definido de acordo com as características que serão definidas pelas especificidades dos itens, vide 2.3.7.3. Para o nível de tolerância, é recomendável que já se tenha um histórico de um período para determinação do nível ideal de controle do item, podendo utilizar do método ABC, item 2.3.8.2.1, outro de preferência, ou uma combinação de métodos, de acordo com o item 2.3.8.2.3.

Durante o armazenamento, as informações facilitarão também na escolha e montagem do pedido, vide 2.3.5, facilitando na utilização de sistemas de organização do trabalho quando for necessário agrupar e retirar os produtos para remessa.

O registro desses itens no banco de dados, 2.5.1.3, e na lista de produtos do aplicativo, item 3.3.3, pode ser utilizado para monitoramento dos itens que existem atualmente em estoque. Assim, quando o administrador de materiais realizar a leitura da etiqueta do item através do leitor, é realizado uma busca no banco de dados para encontrar e retornar as informações da etiqueta lida. Esse monitoramento permite também ao administrador de estoques acessar suas

informações e apresentar nos campos específicos. Monitorando o local, a quantidade, além da data e hora que entrou no estoque.

3.4.6.4 Controle dos itens

Nessa parte é permitido verificar todos itens que já estão cadastrados no banco de dados no momento e seus respectivos dados, assim como a identificação da etiqueta. O administrador nesse momento pode excluir algum item do estoque mudando a função do aplicativo para saída, vide 3.2.2.2.3. Isso facilita a tarefa do administrador e também permite a baixa instantânea da mercadoria de um dono de pequeno negócio que trabalha individualmente.

Caso esse item excluído passe novamente pelo leitor uma mensagem informará que o item não foi cadastrado, ver item 3.3.2 na figura 22, e o aplicativo fica novamente habilitado para o cadastro.

Aconselha-se que em uma organização essas informações sejam armazenadas em uma tabela com o histórico de entrada e saída dos itens. Essas informações são de grande importância na tomada de decisão, visto que ajudará o administrador a ter um controle melhor do nível de estoque, definir quais itens são relevantes através das datas de entrada e saída, encontrar os melhores métodos para determinar frequência de contagem do item no estoque, 2.3.8.2.1, 2.3.8.2.2, 2.3.8.2.3, estabelecer tolerância dos itens e importância de contagem, ver 2.3.8 e 2.3.7.3. Além de facilitar na classificação dos itens no sistema ABC, através do histórico dos dados armazenados. E até mesmo facilitar ao criar e projetar modelos de previsão de demanda através desses registros.

4 RESULTADOS

4.1 Produto Final Teórico

O produto final teórico é uma ferramenta que auxilia no controle de materiais em armazéns, no registro desses itens, e na acurácia da entrada e saída destes no estoque. Para o registro dos itens o usuário devidamente treinado, faz o cadastro das informações. Assim, a localização, valor, nome, peso, a data de entrada do item, são registrados uma única vez.

Após o usuário fazer o cadastro, as informações cadastradas já aparecerão assim que o usuário realizar a leitura da etiqueta. Permitindo também, caso queira, fazer a retirada desse item somente passando o mesmo pelo leitor. Isso já facilitaria muito a tarefa de um dono de negócio que trabalha individualmente, ao realizar qualquer venda de produto e for dar baixa na mercadoria, com a passagem do leitor isso seria feito instantaneamente, sem ter que fazer o processo manualmente depois. O produto pode ser utilizado em grandes lojas de varejo e supermercados, ao dar entrada nas mercadorias todas são identificadas através de radiofrequência, quando um cliente passar pelo caixa e levar o produto, o atendente automaticamente já efetua a retirada da mercadoria ao passar no leitor do caixa.

Outra função que o aplicativo possibilita, é o registro da localização, que através do banco o usuário pode identificar facilmente a localidade do item registrado, caso seja uma área extensa. Outra informação útil, diz respeito a datas de entrada e saída, o usuário pode acessar essas informações para buscar o tempo que o item está no estoque, se está no prazo de validade, quais itens são de giro rápido, e quais são considerados mais importantes para o negócio.

A contagem da quantidade dos itens também é uma informação importante, pois quando surgir uma demanda inesperada e o estoque de algum item ficar próximo de zero, essa informação será necessária para decisões de nível de estoques ideias para determinados épocas e de determinados itens. Outra sugestão é utilizar o método ABC através das informações do banco de dados da ferramenta, citado em 2.3.8, ordenando os itens por aqueles de maior valor monetário de demanda, classificando aqueles que serão de categoria A, da B e os da C. O administrador de materiais pode também, definir a prioridade de contagem dos itens baseado no tempo de giro, sendo os de giro rápido com a prioridade maior.

Um benefício é o ganho de velocidade ao realizar a contagem, o protótipo utilizado no estudo faz a leitura de poucas etiquetas por vez, mas caso utilize um que faça a leitura de muitas ao mesmo tempo pode-se chegar à velocidade bem maiores, outra opção, é deixar mais leitores

dispostos nos locais de armazenamento. Além disso, traz facilidade na realização da tarefa, podendo realizar conferência de forma rápida e facilitar nas auditorias, diminuindo assim a mão de obra nesse trabalho e obtendo mais acuracidade.

Caso deseje utilizar o leito de forma portátil e realizar a contagem no local dos itens, é recomendável o uso de uma bateria de 9V para alimentar o sistema.

O dispositivo móvel é outra opção que facilitaria o controle dos dados em tempo real, permitindo realizar a entrada e saída dos itens de forma dinâmica, tornando mais fácil a mão de obra empregada. Esse banco de dados pode ser baixado ou tabulado para utilização na tomada decisão.

4.2 Benefícios de um negócio ao utilizar o produto final

Caso alguma empresa adotasse esse produto facilitaria o registro dos estoques. Possibilitando que ela tenha uma melhor organização e controle destes itens estocados.

A área de possível aplicação do modelo proposto, como já falado anteriormente é o ambiente de estoque de uma empresa de varejo, pequeno negócio ou qualquer ambiente com muitos itens a serem controlados. Sendo o foco do projeto, permitir um fácil controle dos itens no armazém ou no estoque de algum pequeno negócio. Principalmente onde exista uma grande quantidade de itens estocados e em itens que justifiquem seu monitoramento.

Visando resolver problemas relacionados a registros incorretos, ver 2.3.7, a empresa que adotar a ferramenta poderá obter mais precisão nos registros, já que este é um fator fundamental para melhorar o sistema de controle de estoques. Dessa forma, o produto oferece o uso de tecnologia como forma de melhorar o registro e o controle de estoques, na tomada de decisão, e na redução da mão de obra. Pode-se obter também, a diminuição de erros e desperdícios em função da melhora na precisão dos registros. Não significa que todos os erros serão eliminados, pois a falta de treinamento e prepara ainda podem ocasionar em falhas humanos, mas esse fator sempre deve estar presente para garantir o funcionamento de qualquer sistema.

Como a tarefa de administrar materiais e registrar itens vem exigindo ferramentas tecnológicas que são capazes de reduzir os erros nos registros, vide 2.3.6 e 2.3.7, o projeto visa entregar um produto teórico que serve para facilitar algumas atividades relacionados ao estoque, como: o registro dos itens, entrada e retirada dos mesmos, acesso a eles no estoque, o controle e o acesso fácil aos dados para decisões logísticas e estratégicas, possível diminuição de perdas de bens e materiais, além da possível redução da mão de obra utilizada.

Permite também uma melhor organização dos itens na utilização eficaz do depósito, no que se refere utilização cúbica e acessibilidade, itens 2.3.3.1 e 2.3.3.2, através das informações de peso e dimensões do item. Como já foi falado, essas informações serão de uma importância estratégia quando o administrador de materiais for realizar a gestão do armazém, deixando os itens mais pesados e maiores mais próximos, de forma a deslocar menos. E também, no que se refere a localização do estoque, item 2.3.4, essas informações podem ser utilizadas para definir o melhor sistema de localização para os itens individuais, vide 2.3.4.1 e 2.3.4.2, ou até mesmo criar um sistema através do uso dos leitores dispostos nas prateleiras.

Além da localização, a descrição da peça e a quantidade, são informações que devem ser registradas com exatidão, que também podem ser adicionadas, mas devido ao pouco espaço no aplicativo optou-se por deixar pouca informação com intuito de simular apenas o registro das informações. Pois como cita Arnold (2012), em 2.3.7, o registro preciso dessas três informações permite as empresas: operar um sistema eficaz de administração de depósitos, manter um nível satisfatório de atendimento, analisar o estoque, e operar com eficácia e eficiência.

Outro benefício já citado é uso dos registros históricos dos itens em estoque. Utilizando esses dados na tomada de decisão em relação ao controle de itens individuais, definindo qual o estoque de segurança ou se deve manter um estoque de segurança desse item. Definir as categorias dos itens de acordo com o sistema ABC, quais são os mais importantes e como deve ser seu controle. E também, quais itens são de giro rápido, e precisam ter uma atenção maior no estoque em questão.

Esse tipo de registro de dados se for compartilhado com outros integrantes da cadeia se torna promissor para adoção de um sistema mais enxuto. Essa possibilidade de integração da cadeia produtiva ajudará a diminuir erros em pedidos, melhorará o controle para todos integrantes da cadeia, possibilitando diminuição no nível de estoques e aumento nos níveis de serviço. Essa diminuição no nível de estoques reduzirá em consequência os custos de manutenção de estoques, e se assemelhará cada vez mais com um sistema *just-in-time*. Para isso, a informação precisa estar disponível em tempo real para todos integrantes da cadeia no momento que o consumidor final adquira o produto ou qualquer tipo de operação importante na cadeia seja realizada.

Por último, existe também a possibilidade de posteriormente ser aprimorado o sistema de forma que possa contar com a rastreabilidade dos itens com o auxílio do GPS ou com o sistema de localização em tempo real do próprio dispositivo móvel. Essas últimas aplicações

buscam se aproximar cada vez mais do que é a Internet das Coisas, que consiste em tornar todos os dispositivos conectados através da internet, conceito este que surgiu com a Indústria 4.0. Portanto, considera-se um sistema inicial para as empresas que futuramente desejem adotar a Internet das Coisas e integrarem suas cadeias de suprimentos.

5 CONCLUSÃO

Pelo estudo realizado da revisão bibliográfica percebe-se que sistemas de controle de estoque tem a necessidade da informação cada vez mais precisa e atualizada, e a tecnologia e sistemas de informação têm se mostrado essenciais no alcance desse objetivo. O trabalho aqui apresentado teve como objetivo desenvolver uma ferramenta tecnológica que permita a identificação e controle de itens no estoque através de uma tecnologia que emite ondas de rádio frequência. Com essa ferramenta tinha-se o objetivo de simular o controle, a contagem e o registro dos itens num ambiente de estoque qualquer, de forma que possibilitasse obter registros mais precisos, facilitasse a tarefa do administrador de materiais, e as informações fossem de fácil acesso e em tempo real.

Por meio do referencial teórico procurou-se entender mais sobre administração de materiais, sobre a tecnologia RFID, os microcontroladores e também linguagem de programação. Esses estudos foram fundamentais para o desenvolvimento do projeto, e para saber como a tecnologia poderia ser aplicada. Alguns tópicos relacionados a logística integrada e evolução da logística não foram muito utilizados no caso prático e no em todo trabalho, pelo foco ser apenas a simulação da ferramenta. Em relação ao tópico estoque físico e administração de depósitos, por se tratar de um trabalho simulado em ambiente de laboratório e não ocorrer aplicação prática, não foi muito abordado durante o projeto. Servindo esses tópicos somente para uma contextualização do leitor com os temas.

Para o alcance dos resultados foi essencial a utilização de um microcontrolador tão flexível como o ESP 32, com alto poder de processamento e sistema de comunicação sem fio acoplado, reduzindo a quantidade de ligações e cabos, se mostrando uma alternativa bem econômica. O banco de dados e o aplicativo também foram essenciais para o uso em ambiente real, já que facilita muito o acesso e controle da informação. Porém, foram encontradas dificuldades em relação a informações a respeito da programação do ESP32 e do MFRC 522, e na comunicação deles com o aplicativo, precisando de um bom tempo para encontrar projetos e estudar as linguagens de programação. Na etapa de a aplicação, foi encontrado dificuldades ao fazer a leitura e integrar o banco ao aplicativo para realização do cadastro, optando por não fazer mais modificações no aplicativo.

Ao analisar o que se propôs o projeto a maioria dos objetivos foram atendidos. Visto que a proposta era uma tecnologia de baixo custo, que fosse capaz de realizar o controle e a identificação correta de itens, assim como a entrada e retirada deles do estoque. O objetivo geral

de desenvolver uma ferramenta tecnológica que registrasse e itens através do uso de etiquetas RFID na identificação foi alcançado, pois através de testes verificou-se que a identificação, registro e retirada foram realizadas corretamente. O objetivo de registrar as informações dos itens corretamente no banco de dados e agrupar em uma lista também foi atingido, como foi verificado no teste.

Os objetivos específicos atingidos foram: vincular os itens e suas etiquetas, desenvolver a comunicação e interação com o leitor RFID, o ESP32 e o banco de dados através do *bluetooth*, simulação de entrada e saída de itens, desenvolvimento do aplicativo, interface com o usuário. Porém, o aplicativo está retornando uma tabela com os itens que existem em estoque atualmente, e não faz a contagem deles separadamente. Objetivos específicos não alcançados: utilizar os dados para gerar indicadores e tomada de decisão na administração de estoques. Como não foi aplicado, esse objetivo não pode ser verificado.

O resultado final foi bem satisfatório, e notou-se que a tecnologia possui grande potencial e poderá agregar muito na realização das tarefas para o qual ela foi desenvolvida, podendo atingir resultados ainda melhores na administração de materiais e na logística. Seu principal potencial será em unir elos na cadeia de suprimentos e fazendo sua integração, desde que as informações sejam compartilhadas entre fornecedores até os consumidores finais, dando um próximo passo para um sistema mais enxuto. Em aplicações reais e comerciais, ainda é necessário um estudo sobre o custo de desenvolvimento da ferramenta, verificando até mesmo a possibilidade de empresas grandes que queriam investir na tecnologia, de forma que a produção em larga escala possa reduzir ainda mais os custos dos componentes e das etiquetas.

REFERÊNCIAS[1]

BANZATO, Eduardo. **Tecnologia da informação aplicada à logística**. São Paulo: IMAM, 2017.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física** -São Paulo : Atlas, 1995.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física**/Ronald H. Ballou; tradução Hugo T. Yoshizaki – 1. ed. – 26. Reimpr. -São Paulo : Atlas, 2012.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos /Logística empresarial**. 5ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS D. J.; **Logística Empresarial: O Processo de Integração da Cadeia de Suprimentos.** São Paulo: Atlas, 2001.

CASTIGLIONI, J. A. M. **Logística operacional: guia prático**. 2ª ed. São Paulo, Érica, 2009.

CAXITO Fabiano. **Logística: um enfoque prático**. São Paulo: Saraiva, 2011

CHING, Hong Yuh. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**/ Hong Yuh Ching; supply chain . Editora Atlas SA, 2000.

CHRISTOPHER**, Martin Logística e gerenciamento na cadeia de suprimentos** / Matin Christopher; tradução Ez2 Translate – São Paulo : Cencage Learning, 2014

1

BERTAGLIA, Paulo Roberto, **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento** / Paulo Roberto Bertaglia. 1a ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

BERTAGLIA Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 2 ed. ver. E atual. São Paulo. Saraiva, 2009

DEITEL, Harvey M. **C++: Como Programar**. [S.l.]: Pearson Universidades, 2006

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística.** 5.ed. São Paulo. Altas, 2010.

DOBKIN, Daniel. The RF in RFID - Passive UHF RFID in Practice. 1ª ed. Boston: Elsevier, 2008.

ELMARSI, Ramez; NAVATHE, Shamkant. **Fundamentals of Database Systems 4th ed**. Pearson, 2004.

ESPRESSIF SYSTEMS. **ESP32 Series**: Datasheet. 2021. Disponível em: <https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf>. Acesso em 20/02/2021.

FINKENZELLER, KLAUS. RFID **Handbook, Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification**, 2º Edição. New Jersey, Wiley 2009.

FLEURY, **Paulo Fernando. Logística Empresarial a Perspectiva Brasil**. São Paulo: Atlas, 2000.

FREEMAN, Chris; SOETE, Luc, **The economics of industrial innovation**. London: Pinter, 1997.

FRANCISCHINI, P. G.; GURGEL, F. **A. Administração de Materias e do Patrimônio**. 5 ed.; São Paulo: Cengage Learning, 2012

GLOVER, Bill e BHATT, Himanshu. **Fundamentos de RFID: Teoria em Prática**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2007.

GONÇALVES, Paulo Sérgio, **Administração de materiais /** Paulo Sérgio Gonçalves. 7. ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2013

IBRAHIM, Dragan. **The Complete ESP32 Projects Guide**. 1a. ed. [S.l.]: Elektor Digital, 2017

INSTITUTO DE MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAGEM (IMAM). **Gerenciamento da logística e cadeia de abastecimento.** São Paulo, 2000.

KOLBAN, Neil. **Kolban's book on ESP32**. [S.l.]: Leanpub, 2018

NOGUEIRA, Amarildo de Souza. **Logística Empresarial: uma visão local com pensamento globalizado**. São Paulo: Atlas, 2012.

OLIVEIRA, Sergio. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi.** Novatec, 2017.

PEREIRA, Silvio do Lago. **Estruturas de Dados em C. Uma Abordagem Didática**. [S.l.]: Érica, 2015

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. 6ª ed. São Paulo, Atlas, 2010.

PRESSMAN, Roger S**. Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional**. 8ª ed. São Paulo: Editora Amgh, 2016.

SANTINI, Arthur Gambin, **RFID: Conceitos, Aplicabilidade e Impactos**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

ANEXO A – CLASSE MAINACTIVITY

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java | Conexao.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

```java
package com.example.rfid;

import ...

public class Conexao extends SQLiteOpenHelper {


    private static final String name = "mydba";

    public Conexao(@Nullable Context context) { super(context, name, null, 1); }





    @Override
    public void onCreate(SQLiteDatabase db) {
        db.execSQL("create table produtos(id integer primary key autoincrement, "+
                "rfid varchar(50), nome varchar(30), preco varchar(10), peso varchar(10), data varchar(30))");
    }

    @Override
    public void onUpgrade(SQLiteDatabase db, int oldVersion, int newVersion) {

    }
}

```

Event Log

go) 1:1 CRLF UTF-8 4 spaces

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

```java
package com.example.rfid;

import ...

public class MainActivity extends AppCompatActivity {

    Handler handler;
    BluetoothConnection bc;
    TextView tvid;
    TextView data;
    EditText nome;
    EditText preco;
    EditText peso;
    Button cadastrarButton;
    Button activityButton;
    boolean flag=true;
    ProdutoDAO dao;
    private List<Produto> produtos;
    private Switch aswitch;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        BluetoothConnection.enableBT();
        tvid = (TextView) findViewById(R.id.ID);
        nome = (EditText) findViewById(R.id.ETNOME);
        preco = (EditText)findViewById(R.id.ETPRECO);
```

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

```java
        preco = (EditText)findViewById(R.id.ETPRECO);
        peso = (EditText) findViewById(R.id.ETPESO);
        data = (TextView) findViewById(R.id.DataTV);

        dao = new ProdutoDAO(this);

        produtos = dao.obterTodos();

        button();

        aswitch = findViewById(R.id.switch1);

        aswitch.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {

            }
        });


        handler = new Handler(){
            @Override
            public void handleMessage(Message msg) {

                if(true) {
                    flag = false;
                    super.handleMessage(msg);
                    Bundle bundle = msg.getData();
```

Event Log

1:1 CRLF UTF-8 4 spaces

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

```java
                    byte[] data = bundle.getByteArray("data");
                    String dataString = new String(data);
                    tvid.setText(dataString);
                    pesquisarID(dataString);
                    System.out.println("handler");

                }
            }
        };


    }

    private void pesquisarID(String rfid){
        System.out.println("pesquisaID");
        Produto produto=null;
        for(Produto p:produtos){
            if(p.getRfid().contains(rfid)){
                produto = p;
            }
        }

        tvid.setText(rfid);

        if(produto == null){
            System.out.println("if produto = null");
            Toast.makeText(this,"Produto não cadastrado", Toast.LENGTH_SHORT).show();
            peso.setText("");
```

Event Log

1:1 CRLF UTF-8 4 spaces

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

```
            peso.setText("");
            nome.setText("");
            preco.setText("");
            cadastrarButton.setEnabled(true);

            final SimpleDateFormat formatter = new SimpleDateFormat("dd-MM-yyyy-hh-mm-ss");
            final Date now = new Date();
            String date = formatter.format(now);
            data.setText(date);

        }else{
            System.out.println("else produto null");
            cadastrarButton.setEnabled(false);

            nome.setText(produto.getNome());
            preco.setText(produto.getPreco());
            peso.setText(produto.getPeso());
            data.setText(produto.getData());
            flag= true;
            if(aswitch.isChecked()){
                System.out.println("ENTROU");
                dao.excluir(produto);
                peso.setText("");
                nome.setText("");
                preco.setText("");
                data.setText("");
                produtos = dao.obterTodos();
            }
        }
```

Event Log

go) 1:1 CRLF UTF-8 4 spaces

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

```
    private void button(){


        activityButton = (Button) findViewById(R.id.buttonActitivy);
        activityButton.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) { proximaActivity(); }
        });

        cadastrarButton = (Button) findViewById(R.id.buttonCadastrar);
        cadastrarButton.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) { cadastrar(); }
        });
        cadastrarButton.setEnabled(false);


        final Button connectButton =(Button)   findViewById(R.id.Conect);

        connectButton.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {

                if(bc ==null) {

                    bc = new BluetoothConnection("RFID Teste", handler);
                    bc.disconnect();
                    bc.interrupt();
```

Event Log

go) 1:1 CRLF UTF-8 4 spaces

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

```
169                 bc.interrupt();
170                 bc.connectToDevice();
171
172                 bc.start();
173                 //connectionBt.write("teste\n".getBytes());
174
175                 new Thread(new Runnable() {
176                     @Override
177                     public void run() {
178                         boolean state = true;
179                         do {
180                             SystemClock.sleep(100);
181                             if (bc.getStateConnection()) {
182                                 connectButton.setBackgroundColor(Color.rgb(1, 246, 1));
183                                 System.out.println("true");
184                             } else {
185                                 connectButton.setBackgroundColor(Color.rgb(246, 1, 1));
186                                 System.out.println("false");
187                                 state = false;
188                                 bc=null;
189                             }
190                             SystemClock.sleep(1500);
191                         } while (state);
192                     }
193                 }).start();
194             }
195         }
196     });
197
```

Event Log

go) 1:1 CRLF UTF-8 4 spaces

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

```
200     private void proximaActivity(){
201         Intent i = new Intent(this, ListarProdutosActivity.class);
202         startActivity(i);
203     }
204
205     private void cadastrar(){
206
207         Produto produto = new Produto();
208         produto.setNome(nome.getText().toString());
209         produto.setPreco(preco.getText().toString());
210         produto.setRfid(tvid.getText().toString());
211         produto.setPeso(peso.getText().toString());
212         produto.setData(data.getText().toString());
213
214         long id = dao.inserir(produto);
215         Toast.makeText(this,"Produto inserido com id: "+ id, Toast.LENGTH_SHORT).show();
216         produtos = dao.obterTodos();
217         flag = true;
218         cadastrarButton.setEnabled(false);
219         peso.setText("");
220         nome.setText("");
221         preco.setText("");
222         tvid.setText("");
223         data.setText("");
224     }
225
226     @Override
227     public void onDestroy() {
```

Event Log

ANEXO B – CLASSE CONEXÃO BLUETOOTH

```
class BluetoothConnection extends Thread{

    private boolean isRunning=false;
    private Handler handler;
    private BluetoothSocket btSocket = null;
    private static BluetoothAdapter btAdapter = null;
    private InputStream input = null;
    private OutputStream output = null;
    private String btDeviceName;
    private String myUUID = "00001101-0000-1000-8000-00805F9B34FB";
    private Message message;
    private Bundle bundle;


    public BluetoothConnection(String btDevName, Handler handler) {

        this.btDeviceName = btDevName;
        this.handler = handler;

    }


    public void setHandler(Handler handler){

```

```
        this.handler = handler;

    }


    public void run() {


        try {


            byte[] buffer = new byte[64];
            int bytes;
            int bytesRead;

            while(isRunning) {


                bytesRead=-1;

                do {
                    bytes = input.read(buffer, bytesRead+1, 1);
                    bytesRead+=bytes;
                } while(buffer[bytesRead] != '\n');


                toContext(Arrays.copyOfRange(buffer, 0, bytesRead-1));
                // test(Arrays.copyOfRange(buffer, 0, bytesRead-1));
```

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

VCS Window Help — clayt - BluetoothConnection.java - Android Studio

e > rfid > BluetoothConnection > getStateConnection — Add Configuration... — Loading Devices...

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

```
            }

        } catch (IOException e) {

            e.printStackTrace();
            isRunning=false;
            System.out.println("false");
        }

    }

    private void test(byte[] data){

        Message message = new Message();
        Bundle bundle = new Bundle();
        bundle.putByteArray("data", data);
        message.setData(bundle);

    }

    public static void enableBT() {

        btAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();

        if(!btAdapter.isEnabled()) {
            btAdapter.enable();
        }

```

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

VCS Window Help — clayt - BluetoothConnection.java - Android Studio

e > rfid > BluetoothConnection > getStateConnection — Add Configuration... — Loading Devices...

VCS Window Help — clayt - BluetoothConnection.java - Android Studio

VCS Window Help — clayt - BluetoothConnection.java - Android Studio

ple > rfid > BluetoothConnection > connectToDevice — Add Configuration... — Loading Devices...

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

```
                if (btSocket != null) {
                    btSocket.connect();
                    currentThread().sleep(400);
                    isRunning = btSocket.isConnected();
                    input = btSocket.getInputStream();
                    output = btSocket.getOutputStream();
                    System.out.println("Conectado");

                }

            }
        } catch (IOException | InterruptedException e) {

            e.printStackTrace();
        }

        if(isRunning){
            return true;
        }else{
            return false;
        }

    }

    private void toContext(byte[] data) {
```

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

```java

        if(output != null) {
            try {
                if(isRunning) {
                    output.write(data);
                }
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }

    public void disconnect(){
        isRunning=false;
        try {

            if (btSocket != null) {
                btSocket.close();
                btSocket = null;
            }
            if(output!=null){
                output.close();
            }
            if(input!=null){
                input.close();
            }

        } catch (IOException e) {
```

Event Log

ANEXO C – CLASSE PRODUTO

BluetoothConnection.java × MainActivity.java × Produto.java ×

Project JDK is not defined Setup SDK

```java
import ...

public class Produto {

    private Integer id;
    private String rfid;
    private String nome;
    private String preco;
    private String peso;
    private String data;

    public String getData() { return data; }

    public void setData(String date) { this.data = date; }

    public Integer getId() { return id; }

    public void setId(Integer id) { this.id = id; }

    public String getRfid() { return rfid; }

    public void setRfid(String rfid) { this.rfid = rfid; }

    public String getNome() { return nome; }

    public void setNome(String nome) { this.nome = nome; }
```

Event Log

go) 1:1 CRLF UTF-8 4 spaces

BluetoothConnection.java × MainActivity.java × Produto.java ×

Project JDK is not defined Setup SDK

```java
    public Integer getId() { return id; }

    public void setId(Integer id) { this.id = id; }

    public String getRfid() { return rfid; }

    public void setRfid(String rfid) { this.rfid = rfid; }

    public String getNome() { return nome; }

    public void setNome(String nome) { this.nome = nome; }

    public String getPreco() { return preco; }

    public void setPreco(String preco) { this.preco = preco; }

    public String getPeso() { return peso; }

    public void setPeso(String peso) { this.peso = peso; }

    @Override
    public String toString() { return nome+" "+data; }
}
```

Event Log

ago) 1:1 CRLF UTF-8 4 spaces

ANEXO D – CLASSE CONEXÃO

BluetoothConnection.java | MainActivity.java | Produto.java | Conexao.java

Project JDK is not defined — Setup SDK

```java
package com.example.rfid;

import ...

public class Conexao extends SQLiteOpenHelper {


    private static final String name = "mydba";

    public Conexao(@Nullable Context context) { super(context, name, null, 1); }





    @Override
    public void onCreate(SQLiteDatabase db) {
        db.execSQL("create table produtos(id integer primary key autoincrement, "+
                "rfid varchar(50), nome varchar(30), preco varchar(10), peso varchar(10), data varchar(30))");
    }

    @Override
    public void onUpgrade(SQLiteDatabase db, int oldVersion, int newVersion) {

    }
}
```

Event Log

go) 1:1 CRLF UTF-8 4 spaces

ANEXO E – CLASSE PRODUTODAO

BluetoothConnection.java × MainActivity.java × ProdutoDAO.java × Produto.java × Conexao.java × ListarProdutosActivity.java ×

Project JDK is not defined Setup SDK

```java
package com.example.rfid;

import ...

public class ProdutoDAO {

    private Conexao conexao;
    private SQLiteDatabase banco;

    public ProdutoDAO(Context context){

        conexao = new Conexao(context);
        banco = conexao.getWritableDatabase();

    }


    public long inserir(Produto produto){

        ContentValues values = new ContentValues();
        values.put("rfid", produto.getRfid());
        values.put("nome",produto.getNome());
        values.put("preco",produto.getPreco());
        values.put("peso",produto.getPeso());
        values.put("data",produto.getData());
        return banco.insert("produtos",null,values);

    }
```

Event Log

1:1 CRLF UTF-8 4 spaces

BluetoothConnection.java × MainActivity.java × ProdutoDAO.java × Produto.java × Conexao.java × ListarProdutosActivity.java ×

Project JDK is not defined Setup SDK

```java

    public List<Produto> obterTodos(){

        List<Produto> produtos = new ArrayList<>();

        Cursor cursor = banco.query("produtos",new String[]{"id","rfid","nome","preco","peso","data"},null,null,null,null,nul
        while(cursor.moveToNext()){

            Produto p = new Produto();
            p.setId(cursor.getInt(0));
            p.setRfid(cursor.getString(1));
            p.setNome(cursor.getString(2));
            p.setPreco(cursor.getString(3));
            p.setPeso(cursor.getString(4));
            p.setData(cursor.getString(5));
            produtos.add(p);

        }
                return produtos;
    }

    public void excluir(Produto p){
        banco.delete("Produtos","id = ?",new String[]{p.getId().toString()});

    }


    /*public boolean buscar(){
```

Event Log

1:1 CRLF UTF-8 4 spaces

ANEXO F – TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 19 de janeiro de 2022.

CLAYTON DOS SANTOS FINAMOR SILVA	201149091
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
Clayton dos Santos Finamor Silva	11695995678
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.