

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA IOT PICKING PARA SEPARAÇÃO DE PEDIDOS

DEVELOPMENT OF IOT PICKING SYSTEM FOR ORDERS PICK UP

Engenharias • 04/04/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/774930712](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/774930712)

Douglas Edson Dias¹

Flavilene da Silva Souza²

Altair de Araújo França³

Tiago Rossato Muraro⁴

Wagner Oliveira dos Santos⁵

Willians Ribeiro Mendes⁶

RESUMO

Com o crescimento da globalização e a acirrada competição entre produções, se faz necessário aprimoramentos nos processos de produção, com isso, as empresas buscam processos de produção cada vez mais velozes e que também reduzem custos. Visto que o armazenamento é de suma importância na execução de envios de encomendas, um dos gargalos para a indústria são as necessidades de aprimoramentos em entregas de pedidos, assim, a mesma passa por adaptações ao longo dos últimos anos. Para auxiliar nesse processo, o trabalho apresenta um protótipo para automatização de pedidos de estoque, demonstrando algumas das tecnologias que eventualmente podem ser utilizadas para diminuição de erros, redução do tempo de recolhimento, auxílio na realização de pedidos e como o uso dessas tecnologias contribui para o processo de entrega. Por fim, os meios utilizados para a obtenção do protótipo com um conjunto de comandos a serem efetuados e a sua concretização, auxiliando em uma possível implementação no ramo industrial.

Palavras-chave: Automação de armazéns; Gestão de estoque; Separação de pedidos

ABSTRACT

With the advance of globalization and the intensification of competition across production systems, continuous improvements in manufacturing processes have become essential. In this context, companies increasingly seek faster production workflows that also enable cost reduction. Because storage operations play a critical role in order dispatch, one of the major industrial bottlenecks lies in the need to improve order fulfillment and delivery performance, leading this sector to undergo significant adaptations in recent years. To contribute to this process, this study presents a prototype for stock

order automation, demonstrating technologies that may be applied to reduce errors, shorten picking time, support order processing, and improve overall delivery operations. Finally, the study outlines the procedures adopted for prototype development, including the command structure required for its operation and its practical implementation, thereby providing support for potential future application in industrial environments.

Keywords: Warehouse automation; Inventory management; Order picking.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao aumento da demanda logística das empresas, ocorre de imediato um aumento significativo do número de pedidos, do mesmo modo que ocorre a mudança na parte tecnológica afim de satisfazer clientes e reduzir custo operacionais. Para agilidade da entrega e satisfação do cliente, existem alguns procedimentos, métodos e sistemas que auxiliam na redução de erros e garantem maior produtividade (Paoleschi, 2013).

Como o processo de coleta é normalmente mais trabalhoso, se fez necessário a automatização. Um dos métodos mais famosos para coleta de pedidos é a atividade Picking, no qual os produtos são retirados de pontos específicos do estoque, a fim de diminuir o tempo de percurso, coleta e entrega de pedidos. A otimização da armazenagem também facilita na administração dos inventários, conseguindo ser atualizados simultaneamente, minimizando as diferenças entre os números da contabilidade com os valores apresentados do local onde se armazena (Medeiros e Hunziker, 1999 apud Alegre, 2005).

Utilizar-se de um mecanismo de controle no estoque permite agilizar as operações de movimentação de operadores na realização da separação das ordens, fazendo com que diminua o tempo total de recolhimento já que o operador será acompanhado por este mecanismo.

Com isso, hoje em dia ocorre a substituição de métodos antigos na realização da separação de pedidos, para meios de sistemas automatizados, que visam soluções rápidas, econômicas e de qualidade. A automação e controle permite ao usuário informações importantes sobre o processo (Figura 1) em execução em tempo real, realizando um controle “inteligente” sobre os itens a serem retirados, além de permitir ajustes mediante simples reprogramações.

Figura 1 - Fluxograma do Processo.



Fonte: Autores (2024)

O presente trabalho busca auxiliar na utilização dos métodos picking e tempo de recolhimento de pedidos, tem como objetivo de demonstrar a utilização da tecnologia RFID (*Radio Frequency*

Identification) na separação de pedidos no estoque, conjunto com as qualidades da multiplexação de displays de 7 segmentos e utilização de dois microcontroladores, a fim de transmitir os desafios propostos e resolvidos neste período para se chegar em uma validação do projeto.

Tornando possível a validação da implantação de um sistema que faz o uso de RFID, multiplexação de displays de 7 segmentos e comunicação I²C entre dois microcontroladores. Como auxílio para diminuição do erro no recolhimento de encomendas, agilidade no processo e menor custo de execução.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Gestão de Estoque

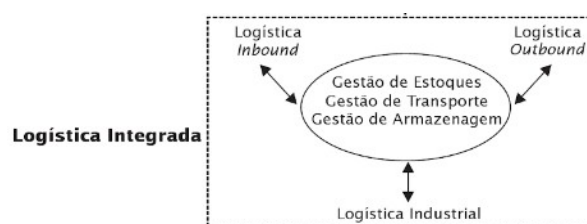
Estoque relaciona-se com qualquer quantidade de bens físicos que sejam preservados, de forma improdutiva, por algum período. Existe porque as atividades industriais, comerciais e de serviços dependem de um nível de estoque que dê sustentabilidade às suas atividades para o atendimento aos consumidores (Paoleschi, 2013). A gestão de estoques é um conceito amplamente difundido, estando presente em praticamente todo o tipo de organização, até mesmo no dia a dia das pessoas.

Segundo Ching (1997 apud Slack, Chambers, Harland et al., 2010, p. 18), esse conceito originou-se na função de compras em empresas que visualizaram a importância de interagir o fluxo de materiais a suas funções de suporte, tanto por meio do negócio, como por meio do fornecimento aos clientes imediatos. Isso inclui a função de compras, de acompanhamento, gestão de armazenagem, planejamento e controle de produção e gestão de distribuição física.

A gestão de estoque é envolvida com a logística integrada, que tem como função o atendimento da demanda, que é a entrega do item ao consumidor no momento correto e no lugar marcado. Separada em três áreas, a logística integrada se subdivide em logística Inbound, desempenhando a gestão de suprimentos e a comunicação da instituição com seus abastecedores, logística Industrial, que tem como desempenho as operações de preparações, programações e acesso ao controle da produção adentro a instituição, e por último, a logística Outbound que desempenha a organização física de itens e a comunicação da instituição com seus consumidores.

O armazenamento e o transporte conjunto com uma benigna gestão de estoque acarreta uma gestão efetiva do estoque, garantindo o nível de serviço esperado com o mínimo custo logístico total. Podemos considerar o estoque (quantitativo) como todo material que está disponível para ser requisitado e utilizado no processo produtivo (Paoleschi, 2013). A Figura 2 enfatiza a relação entre gestão de estoques e logística integrada.

Figura 2 - Relação entre Gestão de Estoques e Logística Integrada.



Fonte: Garcia, E. S., dos Reis, L. M. T. V., et al.,
2006.

Com um planejamento tanto estratégico como operacional de controle correto dos estoques em uma instituição acarreta na diminuição de desperdícios de tempo, de espaço, de custo e simultaneamente o cliente será atendido no momento em que

deseja. Infelizmente a ocorrência de erros no controle do estoque não é tão esporádica, ocasionando paradas do processo ou até atrasos em entregas de ordens aos clientes.

Esses erros ocorrem devido a diversos fatores, na opinião de Paoleschi (2013), o maior e mais importante erro de avaliação dos estoques está ligado ao seu local de guarda. Na maioria das empresas é comum que o estoque fique em local aberto com livre trânsito de pessoas estranhas ao seu ambiente. O local de armazenamento de estoque deve ser fechado sempre que possível e impedir que pessoas estranhas ao seu ambiente possam frequentá-lo.

Por isso, deve-se adotar sistemas de controle que asseguram a conformidade do estoque, priorizando o menor custo possível sem que aconteça a falta de itens em estoque. Um controle adequado evita diversos empecilhos em todo o local de trabalho, podendo diagnosticar quais itens saem com maior frequência e também analisar o estoque mínimo para quaisquer produtos do armazenamento.

2.2. Métodos Picking

De acordo com Medeiros e Hunziker (1999 apud Alegre, 2005), a order picking ou também conhecida como atividade picking é designada como a atividade responsável pela coleta correta dos produtos, em suas quantidades corretas da área armazenagem para satisfazer as necessidades do consumidor. A tarefa se inicia com a conversão do pedido do cliente para uma lista de picking, no qual mostra locações específicas para cada tipo de produto, quantidade e sequência da coleta de produtos a serem recolhidos.

O estoquista ou operador movimenta-se através do centro de distribuição, fazendo o recolhimento dos produtos do estoque e os transportando ao local de empacotamento e distribuição. O processo picking é realizado assim que os itens são recolhidos de pontos registrados do estoque, a fim de atender uma ordem de pedidos dos clientes, realizando tais operações manualmente ou automáticas. A etapa da coleta dos produtos geralmente é diagnosticada como a mais trabalhosa, acarretando um impacto no valor do custo do armazém. Para se obter uma redução no tempo de coleta e manuseio do operador com as ordens, recomenda-se uma organização eficiente do processo, momentaneamente, acarreta a redução de custos (Koster, 2005).

Para Yang (2003), a modelo como foi planejado o layout tem um impacto significativo no desempenho dos procedimentos realizados no armazém e tem sido uma área de pesquisa ativa durante muitos anos. Frazelle (1989 apud De Aguilar, 2004), constatou que o tempo do processo de viagem corresponde a 60% do tempo de coleta do pedido em um sistema de apanhador-por-item. O tempo total que o operador leva para separar uma ordem movimentando-se dentro da área do armazém enquanto escolhe os produtos e os separa, é chamado de tempo de serviço, o tamanho do item a ser recolhido afeta no tempo de escolha, de coleta e principalmente no tempo de viagem.

A separação e preparação das ordens de materiais executadas nas atividades de estocagem estão ligadas principalmente com a quantidade de operadores intitulados para a execução da operação, o número de itens recolhidos e também a frequência de coletas por turno. É característico que se emprega muita dedicação para diminuir o tempo de coleta dos pedidos, fazendo uma série de

análises antes e após a instalação dos produtos no estoque, com o objetivo de minimizar as distâncias dos produtos que tem maior giro no estoque (DE AGUILAR, R. S., 2004, apud RODRIGUES, 1999).

Aguilar (2004), denomina que o tempo total com a separação picking pode ser dividida em três etapas: tempo de percurso e localização; o tempo de coleta dos itens; e tempo restante das atividades, obter e separar os pedidos até o despacho. Geralmente o tempo de percurso e localização absorve em torno de 50% de todo o processo envolvido.

O processo de coleta, dependendo do tipo de armazém, corresponde entre 30% e 40% do custo de mão-de-obra com toda operação, além também, com a utilização do processo manual a coleta é mais eficiente em termos de processamento e custo que o processo de coleta altamente automatizado (De Aguilar, S. R., 2004, apud Gupta, 1982).

A separação dos itens pedidos da ordem é uma das atividades que sugere maior demanda de tempo e abundante mão-de-obra. No decorrer deste processo, há a utilização de algumas estratégias para otimização na produtividade do processo de coleta, tais como as mais famosas: picking por lote, picking por zonas, picking discreto e picking por onda.

2.3. Radio Frequency Identificai-o - RFID

O RFID identifica objetos ou pessoas através da tecnologia de comunicação sem fio e utilização de etiquetas de identificação exclusiva. Esse sistema é desenvolvido por três componentes básicos: etiqueta, o leitor e um servidor, sendo possível, conter mais de um leitor e uma etiqueta. A etiqueta é lida pela antena do leitor

ao entrar em uma distância considerada ao alcance de seu sinal, quando recebe os dados, esse leitor transmite para um servidor que trata as informações do mesmo (Hunt; Puglia, 2007, Apud Da Costa, 2018, p.17).

Da Costa (2018), articula que são compostos por uma antena e um módulo eletrônico, esse último é utilizado para comunicação com aplicações externas e o primeiro é utilizado para fazer a comunicação sem fio com as etiquetas RFID, que têm como grandes características, a redução de mão-de-obra, maior controle de estoque e principalmente o escaneamento sem linha de visão, isto é, as mesmas podem ser lidas sem a necessidade de visualização, e em qualquer disposição dentro do alcance do leitor.

Com a implantação de um sistema com RFID no ano de 2006, já em 2007 representando cerca de 60.000 tags/cartões em funcionamento a empresa Bosch estima que, após esse investimento em tecnologia RFID, esteja economizando aproximadamente R\$1,4 milhões por ano (Rasteiro, 2009).

A diminuição do tempo de manuseio do material; a diminuição de extravios de mercadorias; a facilidade de alterar as informações contidas nos tags; e a Tag com vida útil superior aos cartões com códigos de barras, são considerados ganhos com a utilização da tecnologia RFID em manuseio de materiais seguindo o raciocínio do autor supracitado.

Segundo Da Costa (2018 apud Michael; Mccathie, 2005), a mão-de-obra é o maior custo de um centro de distribuição padrão, desta maneira, estima-se que com a implementação de um sistema RFID pode reduzir cerca de 36% do custo com mão de obra no

recebimento de mercadorias e em torno de 90% na conferência das encomendas.

2.4. Automação e Controle na Separação de Pedidos

Segundo Dalmas, Tubino (1995), a automação tem o objetivo de ajudar na execução de diversas funções, como, planejamento de processos, compras, programação de produção, a mesma pode ser entendida como a aplicação de tecnologia de informação e computadores às atividades de engenharia e fabricação, para maximizar o desempenho das pessoas e equipamentos, assim, sistemas de aquisição e visualização automática de dados podem orientar o planejamento e o processo de produção para um melhor atendimento da demanda entre os diferentes centros produtivos.

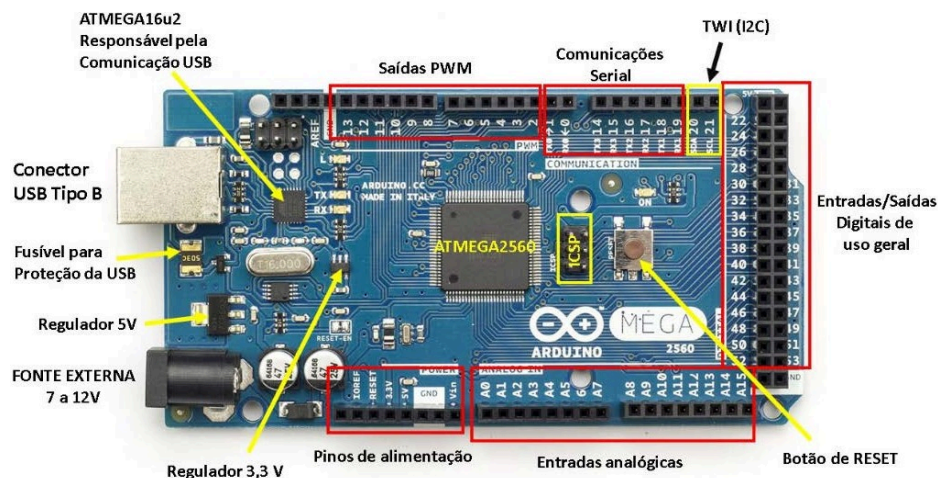
Liu (1999 apud De Aguilar, 2004), acredita que as operações de coleta e a localização do estoque afetam o custo de operação de produtos diretamente. O principal objetivo do problema de localização de material é reduzir a distância de viagem total, ou o tempo gasto ao longo do estoque. Os produtos de maior giro devem ser alocados em posições que facilitem a separação do item, preferencialmente perto do local onde o operador recebe a ordem, para diminuir o tempo de locomoção e agilizar o processo de identificação do produto.

A automação atualmente contribui para o estoque uma vasta melhoria que eventualmente pode exercer maior gerenciamento, organização, otimização de processos, aumento na qualidade de processos, controle de itens separados, diminuição de custos, diminuição de estoques desnecessários, minimiza o tempo gasto para separação de pedidos, entre outros. Para auxiliar na maioria dos

sistemas, o microcontrolador apresenta-se como a solução mais viável, principalmente em função do baixo custo, facilidade de uso, versatilidade e da enorme aplicabilidade (Moraes E Castrucci, 2013).

Como cita Soares, Damasceno e Bachal (2012), o microcontrolador (Figura 3) é um componente versátil, que possui variadas aplicações ocorridas devido a sua linguagem de programação. Este componente realiza funções desejadas, desde controle da velocidade e posição de um mecanismo, controle de umidade relativa até mesmo controle da intensidade de uma lâmpada decorativa.

Figura 3 - Resumo de Recursos do Arduino MEGA 2560.



Fonte: Souza, F., 2014

Deste modo, ainda é indicado que os microcontroladores reúnem em um único componente os itens necessários para um sistema microprocessado, tais como, (memória ROM, memória RAM, interface paralela, interface serial, temporizador, contador de eventos, controlador de interrupções, entre outros). Em um microcontrolador existe diversos formatos de protocolos que são caracterizados pela comunicação de equipamentos (Rosário, 2009).

3. METODOLOGIA

O presente estudo se baseou nos quatro métodos de picking supracitados na seção anterior da fundamentação teórica, pois os procedimentos constituem de uma simplicidade para a realização do trabalho que evita ao operador destinar seu foco em apenas uma estratégia. Caso ocorra folga e/ou diminuição de funcionários em um turno ou algum outro fator que altere a programação da instituição a mesma pode conforme a necessidade alterar seu método picking quantas vezes necessária em um mesmo dia.

O risco de erro com a utilização deste sistema é reduzido o que é de suma importância para o processo produtivo, a capacidade de uma boa organização faz com que o método supracitado seja de fácil adequação, gerando com os devidos detalhes maior ergonomia e placidez para o usuário.

3.1. Algoritmo

Para a realização do código do projeto a própria plataforma disponibiliza de um software para a elaboração e carregamento, chamada de IDE (*Integrated development environment*) (Figura 4). O software é composto com um editor de texto, compilador que trata a linguagem escrita, utiliza da linguagem de programação C ++, podendo adicionar bibliotecas para simplificar tarefas complexas de codificação no intuito de torná-las mais acessíveis aos usuários.

Figura 4 - IDE do Arduino.



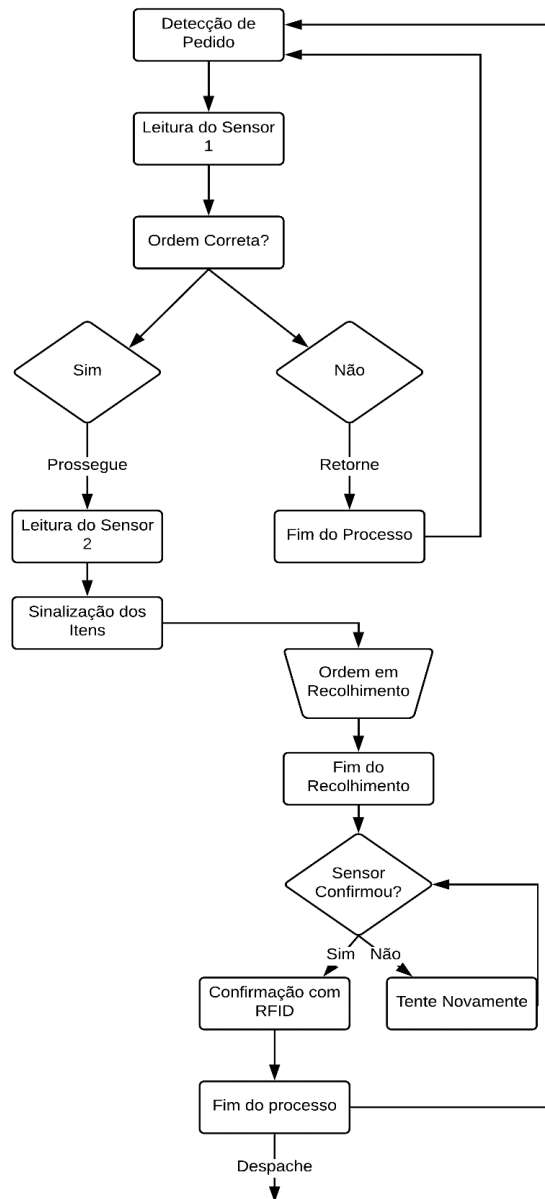
```
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
sketch_nov09a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
Arduino/Genuino Uno em COM4
```

Fonte: Autor (2024)

Devido a quantidade de bibliotecas utilizadas e pelo emprego de dois leitores RFID, o código da programação e sua execução foram divididos entre os dois microcontroladores, sendo obrigatório o uso de um microcontrolador como “mestre” (UNO) e o outro como “escravo” (MEGA). A troca de informações entre os dispositivos possibilita mesclar elementos que necessariamente devem estar interagindo entre si, o protocolo de comunicação I²C utilizado se baseia na interação de elementos mestre e escravo.

O mestre tem o intuito de coordenar a comunicação, podendo enviar e requisitar informações ao escravo, que deve obrigatoriamente enviar tais requisições. O modelo de fluxograma (Figura 5) do código utilizado no IDE do Arduino.

Figura 5 - Fluxograma do Código do Projeto.



Fonte: Autor (2024)

3.2. Montagem do RFID

Os leitores utilizados são de mesmo modelo RFID RC-522 Mifare (Figura 6) com frequência de 13,56MHz que permitem a leitura sem a necessidade de contato, este modelo necessariamente deve ser alimentado com tensão de 3,3 V.

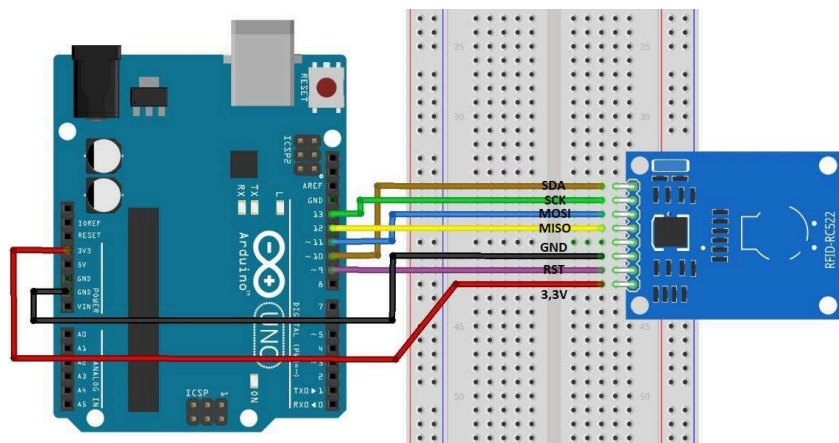
Figura 6 - Leitor, Tag e cartão RFID.



Fonte: Autor (2024)

Neste projeto utilizou-se dois módulos RFID, sendo um para a iniciação do processo, quando se passa a tag no leitor o mesmo conectado ao primeiro microcontrolador aciona e libera o segundo leitor RFID que está conectado ao segundo microcontrolador (Figura 7).

Figura 7 - Diagrama de Ligação no Arduino UNO.



Fonte: Autor (2024)

Após a leitura do cartão no segundo leitor, o sistema designa quais objetos e a quantidade de cada um a ser retirado pelo operador, o local onde ficam os itens é iluminado com LED para facilitar a visualização e em cada espaço da prateleira existe um display de 7 segmentos que mostra a quantidade de itens a serem retirados. O módulo tem papel fundamental no processo, já que só após a

execução do mesmo aparecerá a ordem de serviço após o leitor RFID receber dados do cartão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS

Para a base do projeto foram utilizados caixotes de frutas, os caixotes se adequam a proposta da estrutura, pelo fato da economia e ergonomia, além também de serem produtos recicláveis e foram acopladas 6 rodas na base da estrutura (Figura 8) para facilitar a locomoção.

Figura 8 - Estrutura do protótipo do projeto.



Fonte: Autor (2024)

O protótipo funciona (Figura 9) a partir da comunicação do leitor RFID, com o microcontrolador utilizado, ao se passar a tag ou cartão RFID junto a caixa de recolhimento no primeiro leitor, o mesmo envia para o servidor os dados pré-estabelecidos da etiqueta, que determinam a entrada de uma nova ordem ao processo, após o recebimento desses dados, a mesma caixa com o cartão ou a tag deve prosseguir ao local onde se encontra o segundo leitor RFID.

Figura 9 - Alocação dos Displays e LED's.



Fonte: Autor (2024)

Quando se passar o cartão ou a tag neste segundo leitor o microcontrolador envia um comando para o acionamento dos displays de 7 segmentos, que tem como intuito, facilitar a visualização da quantidade de itens a serem recolhidos. A Figura 10 expressa o protótipo em seu estado final.

Figura 10 - Protótipo Finalizado.



Fonte: Autor (2024)

Quando há produtos a serem recolhidos, o microcontrolador aciona um LED verde em cada posição do estoque tendo como objetivo, demonstrar a localidade do item no estoque para a agilidade do operador na realização do processo. Logo após o operador retirar os itens da estrutura onde estão alocados, o mesmo deve passar a caixa com o cartão ou tag embutido novamente no primeiro leitor para designar o fim do processo de recolhimento, com isso, ele poderá prosseguir com os objetos da ordem de serviço para a expedição sem a necessidade de algum meio de papel.

Desta maneira, só existe a possibilidade de um pedido por vez entrar no processo, quando se encontra mais de um pedido, a próxima ordem deverá aguardar o fim do recolhimento do pedido atual para assim ser registrada ao sistema e assim sucessivamente. Salvo exceção quando está sendo utilizado das estratégias de picking por lote ou por onda, pois elas necessitam de uma quantidade correta de ordens para se iniciar o recolhimento. A Figura 11 representa como é a localidade, a quantidade a ser retirada e LED aceso para indicar que neste local deve-se retirar itens.

Figura 11 - Identificação de local com LED e quantidade com o Display.



Fonte: Autor (2024)

A Figura 12 expressa o protótipo em seu estado de funcionamento, identificando a localidade dos itens através do LED aceso. A quantidade de produtos a serem retirados é representada pelo número do display acionado de cada devido local. Os dois leitores RFID que denominam o início e final do processo estão alocados em seus devidos lugares. No caso, seriam retirados três produtos da primeira localidade, um produto da segunda localidade, cinco produtos da terceira localidade e por fim oito produtos da quarta localidade.

Figura 12 - Protótipo em Funcionamento.



Fonte: Autor (2024)

A utilização da automação e controle como suporte para agilidade na entrega de encomendas tem se consolidado nos últimos anos,

sendo disseminada em diversas áreas, destacando a área farmacêutica quanto de centros de distribuições de peças. Esse sistema apresentado auxilia pedidos de estoques, controle de encomendas, contagem, identificação de mercadorias com a utilização da tecnologia RFID, estoque mínimo e alocação de itens que tem maior giro de pedidos.

5. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizar os métodos picking, no âmbito empresarial serve de grande valia com o suporte da tecnologia RFID. O sistema proposto acaba sendo de baixo custo e ainda caso ocorra a necessidade pode ser adaptado a qualquer um dos quatro métodos destacados de picking. O display de 7 segmentos multiplexado resulta em vantagens como a economia de hardware, economia de energia e diminuição de portas para interconexão com o microcontrolador.

O projeto contribui para área da engenharia de automação, assim como eventualmente para com empresas que usufruem dos métodos de picking, devido a sua otimização, ergonomia aliado a demanda de realização de processos de baixo custo. Percebe-se que o desafio de adaptar e agrupar tecnologias como RFID, protocolo I²C ao recolhimento de pedidos de estoque por meio de microcontrolador, pode eventualmente ser uma opção de baixo custo de execução, que exerce o mesmo controle e diminui o número de erros no processo de recolhimento como os modelos atuais.

Por fim, destacam-se os conhecimentos sobre eletrônica, elétrica, automação e gestão da produção que foram postos à prática durante a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, R. S. de. Adequação De Um Sistema De Picking No Armazém De Produtos Acabados De Uma Empresa De Produtos Elétricos. 2004. 72 f. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

ALEGRE, A. R. Método Heurístico para Escolha do Sistema de Picking de um Operador Logístico: um Estudo de Caso. 2005. 112 f. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia de Fabricação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – São Paulo, 2005.

CHING, Hong Yuh. Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada: **Supply Chain**. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010.

COSTA, A. M. da. R. F. Control: Sistema de gerência de estoque utilizando RFID. 2018. 49 f. **TCC (Graduação)** - Curso de Engenharia de Computação, Departamento de Computação e Sistemas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade - MG, 2018.

DALMAS, C. J.; TUBINO, F. D.; MOLINA, G. J.. Et al. Automação E Sistemas De Produção: O Kanban Eletrônico. Akropolis: **Revista de Ciências Humanas da Unipar**, v. 3, n. 11, 1995.

GARCIA, E. S. et al. Gestão de Estoques: Otimizando a Logística e a cadeia de suprimentos. Rio de Janeiro: **E-papers Serviços Editoriais**, 2008. 144 p. Disponível em: books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=AvfRM51NLcQC&oi=fnd&pg=PA3&dq=gest%C3%A3o+de+estoque&ots=ZYcguy2PLz&sig=YIVKMZriIGJ3tFHk7B8MaSP8_Ic#v=onepage&q&f=true. Acesso em: 10 nov. 2024.

KOSTER, R.; LE-DUC, T.; ROODBERGEN, K. J.. Design and Control of Warehouse Order Picking: a literature review. **Report Series Research In Management**. Rotterdam, The Netherlands, nov. 2005. p. 1-33. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221706006473>. Acesso em: 10 nov. 2024.

MORAES, C. C. de; CASTRUCCI, P. de L.. Engenharia De Automação Industrial. 2. ed. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2013. 347 p.

PAOLESCHI, B.. Almoxarifado e Gestão de Estoques: Do recebimento, guarda e expedição à distribuição do estoque. 2. ed. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2013. 174 p.

ROSÁRIO, J. M.. AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. São Paulo: Editora Barauna, 2009. 516 p.

RASTEIRO, G.. Estudo sobre a aplicação da tecnologia RFID em sistemas de Kanban eletrônico. 2009. 72 f. **TCC (Graduação)** - Curso de Engenharia Mecatrônica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

SOARES, C.; DAMASCENO, R.; BACHAL, T. V.. Sistema De Controle De Energia Para Veículos De Recreação. 2012. 78 f. **TCC (Graduação)** - Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Departamento Acadêmico de Eletrônica e do Departamento Acadêmico de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba - Pr, 2012. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/935/1/CT_COMET_2012_2_02.pdf. Acesso em: 04 set. 2024.

SOUZA, F.. Arduino MEGA 2560. 2014. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>. Acesso em: 16 out. 2024.

YANG, T., KUO C., A hierarchical AHP/DEA methodology for the facilities layout design problem **European Journal of Operational Research**, 147 (2003) 128-136.

¹ Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Mato Grosso (2013), pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pela FAUC (2016) e é Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Mato Grosso (2020) . Atualmente é professor do ensino básico, técnico e tecnológico no IFMT CAMPUS PRIMAVERA DO LESTE. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em projetos de máquinas e máquinas térmicas. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1632186979055415>

² possui graduação em Automação Industrial pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (2009), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2011) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2018). Atualmente é professora no IFMT - Primavera do Leste. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Projeto de Circuito Integrado, atuando principalmente nos seguintes temas: circuitos eletrônicos, instrumentação biomédica, energy harvesting, eletroestimulação e transdutores piezoelétricos. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2816128273240286>

³ possui título de graduado em Engenharia de Controle e Automação pelo Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium (2010) e título de Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista - UNESP (2014). Foi aluno de doutorado em Engenharia Mecânica na Universidade Estadual Paulista - UNESP - Ilha Solteira (2014 a 2016), onde fez parte do Grupo de Materiais e Sistemas Inteligentes - GMSINT - onde desenvolvia métodos de identificação de danos em estruturas em materiais compósitos utilizando sistemas inteligentes como redes neurais e aprendizado de máquina (2012 a 2016). Atualmente, desde 2016, leciona no Instituto Federal do Mato Grosso, nos cursos técnicos de Eletrotécnica e Eletromecânica e no superior de Engenharia de Controle e Automação. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6596022331182860>.

⁴ Engenheiro Eletricista, formado pela Universidade Federal de Santa Maria, em 2006. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade de Caxias do Sul (UCS), 2020. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso - IFMT, ministrando aulas para o curso superior de Engenharia de Controle e Automação e dos cursos de ensino médio integrado em Eletrotécnica e Informática. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS, ministrando aulas nos cursos superiores de Engenharia de Controle e Automação e de Engenharia de Mecânica, nos cursos técnicos subsequentes em Eletrônica e Eletrotécnica, e no curso de ensino médio integrado em Eletromecânica. Experiência em Controle de Projetos, Construção, Operação e Manutenção de Subestações de Energia Elétrica. Construção de Linhas de Transmissão de Energia, Gestão de custos das obras, Compra de material, Contratação de serviços, Coordenação de equipe. Conhecimento em procedimentos

de rede do ONS. Na área de distribuição de energia, responsável pelo gerenciamento das equipes de atendimento emergencial, elaboração de relatório para direcionamento das ações de manutenção. Acompanhamento da produtividade das equipes de campo. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3106748326625265>.

⁵ Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Mato Grosso, mestre em Engenharia Agrícola pela mesma universidade, doutorando em Ciências Agrárias pelo Instituto Federal Goiano. Trabalhou na indústria em projetos de sistemas mecânicos, desenvolvendo soluções e novas tecnologias para o setor. Atualmente atua como professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico no IFMT. Conhecimento em: projetos mecânicos, engenharia da qualidade, engenharia de processos e elementos de máquinas. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0491673441614907>.

⁶ Professor e pesquisador do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), é Pós-Doutor em Engenharia Elétrica (2025) pela Universidade da Beira Interior (UBI), Portugal. É Doutor em Engenharia Elétrica (Automação e Sistemas) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), com foco em qualidade e eficiência energética, e atua no desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas à agricultura de precisão, à automação, à energia e à sustentabilidade, com ênfase na integração de dados de sensoriamento remoto e de sistemas inteligentes de suporte à decisão. Desde 2024, é coordenador do Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT), ponto focal do

IFMT, orientando discentes de mestrado e iniciação científica e contribuindo para a consolidação da política institucional de inovação. Lidera o Grupo de Pesquisa Tecnologia para AgroEcossistemas Sustentáveis (TechAgroS), desenvolvendo projetos nas áreas de robótica agrícola, mecatrônica, automação e controle, eletrônica industrial, inteligência artificial aplicada, sensoriamento ambiental e eficiência energética, com forte alinhamento à inovação tecnológica e ao desenvolvimento territorial sustentável. E-mail:

[acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Lattes

<http://lattes.cnpq.br/3447942477539493>.