

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO BERNARDO DO CAMPO  
“ADIB MOISÉS DIB”**

**HENRIQUE OLIVEIRA DE AQUINO  
JOÃO VÍCTOR ALVES FIGUEIRA DOS SANTOS  
LUCAS GALLO JUCÁ  
LUCAS NUNES VEIGA**

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO LOGÍSTICO SGL**

**São Bernardo do Campo - SP  
Maio/2023**

**HENRIQUE OLIVEIRA DE AQUINO  
JOÃO VÍCTOR ALVES FIGUEIRA DOS SANTOS  
LUCAS GALLO JUCÁ  
LUCAS NUNES VEIGA**

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO LOGÍSTICO SGL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de São Bernardo do Campo “Adib Moisés Dib” como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo (a) em Automação Industrial.

Orientador: Prof. Esp. Marcos Vagner Zamboni

São Bernardo do Campo - SP  
Maio/2023

**HENRIQUE OLIVEIRA DE AQUINO  
JOÃO VÍCTOR ALVES FIGUEIRA DOS SANTOS  
LUCAS GALLO JUCÁ  
LUCAS NUNES VEIGA**

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO LOGÍSTICO SGL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de São Bernardo do Campo “Adib Moisés Dib” como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo (a) em Automação Industrial.

Orientador: Marcos Vagner Zamboni

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em:  
\_\_\_\_/\_\_\_\_/2023

Banca Examinadora:

---

Prof. Marcos Vagner Zamboni, FATEC SBC - Orientador

---

Prof. Marcos Oliveira, FATEC SBC - Avaliador

---

Prof. Márcia Cristina, FATEC SBC - Avaliador

Dedicamos a nossa família, amigos, professores e funcionários pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis de nossa trajetória acadêmica.

Agradecemos ao Prof. Esp. Marcos Zamboni pela ajuda durante a elaboração deste projeto.

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

ALBERT EINSTEIN

## RESUMO

A pesquisa tem como principal objetivo geral desenvolver um tipo de Kanban eletrônico para realizar a supervisão logística em linhas de produção de montadoras. Com o projeto, será possível supervisionar o abastecimento de peças e materiais em tempo real, fazendo assim, com que se evite perdas de produção por falta de abastecimento. Será usado um sistema supervisorio para realizar a comunicação e gerenciar as informações de quantidade de peças em cada setor, para ser possível realizar uma análise de onde será necessário abastecer e evitar atrasos entre linha de produção e logística, garantindo que o abastecimento será realizado da melhor forma possível, será aplicada uma célula de carga para monitorar a quantidade de peças, através do peso previamente cálculo de cada peça, disponíveis para uso dos operadores dentro do processo da linha de montagem e um microcontrolador para realizar a comunicação com o supervisorio e o programa de cálculo de peças disponíveis em cada setor. Os resultados de forma teórica foram bons, podendo gerar economias, reduzindo retrabalhos e paradas de linhas e aumentando a produtividade, não é possível quantificar o valor da melhoria já que o produto não foi testado em campo.

**Palavras-chave:** Supervisão. Logística. Abastecimento. Microcontrolador.

## ABSTRACT

The main general objective of the research is to develop a type of electronic Kanban to carry out logistical supervision in automaker production lines. With the project, it will be possible to supervise the supply of parts and materials in real time, thus avoiding production losses due to lack of supply. A supervisory system will be used to carry out communication and manage information on the quantity of parts in each sector, in order to be able to carry out an analysis of where it will be necessary to supply and avoid delays between the production line and logistics, ensuring that the supply will be carried out in the best possible way. As possible, a load cell will be applied to monitor the number of parts, through the previously calculated weight of each part, available for use by operators within the assembly line process and a microcontroller to carry out communication with the supervisory and the program calculation of parts available in each sector. Theoretically, the results were good and could generate savings, reducing rework and line stoppages and increasing productivity. It is not possible to quantify the value of the improvement since the product was not tested in the field.

**Keywords:** Supervision. Logistics. Supply. Microcontroller.



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1- Importância da logística .....                                | 15 |
| Figura 1.2 - Paradoxo da Logística .....                                  | 16 |
| Figura 1.3 – Tipos de Produção .....                                      | 18 |
| Figura 1.4 – Sensores industriais .....                                   | 22 |
| Figura 1.5 – Célula de Carga .....  | 24 |
| Figura 1.6 - HX711 Esquema de Ligação.....                                | 25 |
| Figura 1.7 - Indústria 4.0 1 .....  | 26 |
| Figura 1.8 - Componentes de um microcontrolador .....                     | 27 |
| Figura 2.1 - Placa de Arduino Uno .....                                   | 29 |
| Figura 2.2 – Componente da Placa de Arduino.....                          | 29 |
| Figura 3.1 - Fluxograma de processo sem nenhum sistema implementado ..... | 32 |
| Figura 3.2 - Fluxograma de processo com sistema implementado.....         | 33 |
| Figura 3.3 – Protoboard .....   | 35 |
| Figura 3.4 – Arduino UNO.....   | 35 |
| Figura 3.5 - Display LCD 16x2 .....                                       | 36 |
| Figura 3.6 - Módulo I2c do display LCD 1 .....                            | 36 |
| Figura 3.7 - Montagem de Circuito teste .....                             | 37 |
| Figura 3.8 – Circuito no Tinkercad .....                                  | 37 |
| Figura 3.9: Ligação Arduino, módulo HX71, célula de carga .....           | 40 |
| Figura 3.10 – Monitor Serial .....  | 42 |
| Figura 3.11 – Monitor Serial .....  | 42 |
| Figura 3.12 – Tela inicial .....  | 46 |
| Figura 3.13 – Tela de monitoramento .....                                 | 47 |
| Figura 3.14 – Tela de alarmes .....                                       | 47 |
| Figura 3.15 - Tela de Usuários do Supervisório .....                      | 48 |
| Figura 3.16 – Tela de históricos do supervisório .....                    | 49 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|     |                                       |
|-----|---------------------------------------|
| SGL | Sistema de Gerenciamento Logístico    |
| JIT | Just In Time                          |
| CPU | Unidade Central de Processamento      |
| IDE | Ambiente de Desenvolvimento Integrado |
| USB | Porta Serial Universal                |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | 12 |
| <b>1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....                              | 14 |
| 1.1 Logística.....  | 14 |
| 1.1.1 Logística Competitiva .....                                 | 14 |
| 1.1.2 Evolução da Logística .....                                 | 15 |
| 1.2 Sistemas Produtivos .....                                     | 17 |
| 1.2.1 Perdas de Produção em Linhas de Montagem .....              | 18 |
| 1.3 Sistemas Supervisórios .....                                  | 19 |
| 1.3.1 Gerenciamento de Abastecimento de Produção .....            | 20 |
| 1.3.2 Otimização de Rotas de Abastecimento.....                   | 20 |
| 1.4 Sistemas e Informações.....                                   | 20 |
| 1.4.1 KANBAN .....  | 21 |
| 1.4.2 Sistemas de Gerenciamento de Logística.....                 | 21 |
| 1.5 Sensores .....  | 22 |
| 1.5.1 Célula de Carga .....                                       | 23 |
| 1.5.2 Módulo HX711 .....  | 24 |
| 1.6 Indústria 4.0.....  | 25 |
| 1.6.1 Integração de Sistemas .....                                | 26 |
| 1.7 Microcontroladores.....                                       | 27 |
| <b>2 METODOLOGIA</b> .....  | 27 |
| 2.1 O que é Metodologia .....                                     | 28 |
| 2.2 ELIPSE E3.....  | 28 |
| 2.3 ARDUINO .....   | 28 |
| 2.4 Protocolos RTU ModBus .....                                   | 30 |
| <b>3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA</b>                               |    |
| 3.1 Preparação .....  | 31 |
| 3.2 Integração entre microcontrolador e sistema supervisorio..... | 34 |
| 3.2.1 Testes dos componentes .....                                | 34 |
| 3.3 Montagem do sistema.....                                      | 39 |
| 3.4 Sistema supervisorio SGL.....                                 | 46 |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....                                 | 50 |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....                           | 52 |

## INTRODUÇÃO

A origem da linha de produção em massa e gestão inteligente surgiu a partir da ideia de Henry Ford em 1913, fundador da *Ford Motor Company*, que desenvolveu a ideia mundialmente conhecida como "Fordismo".

O Fordismo trata-se de uma forma de racionalização da produção capitalista baseada em inovações técnicas e organizacionais que se articulam tendo em vista, de um lado a produção em massa e, do outro, o consumo em massa.

Esse modelo revolucionou a indústria automobilística a partir de janeiro de 1914, quando Ford introduziu a primeira linha de montagem automatizada. Ele seguiu à risca os princípios de padronização e simplificação de Frederick Taylor, e desenvolveu outras técnicas avançadas para a época.

Entretanto, toda produção em massa conta com falhas em seu processo, e uma delas é abordada nesse projeto que trata da falta de peças e suprimentos na própria linha de montagem, por conta de erros logístico, seja de monitoramento e não abastecimento ou de abastecimento de peças incorretas.

Quando ocorrem erros logísticos o montador de produção fica sem componentes para efetuar o trabalho, causando uma parada no processo de produção ou então fazendo com que os produtos passem pela linha de montagem sem determinada peça causando retrabalhos que geram mais custo para as empresas. Assim, é importante que a logística da empresa tenha uma maneira de acompanhar em tempo real o abastecimento de peças nas linhas de montagem podendo se programar melhor e evitar a falta de suprimentos aos operadores e, conseqüentemente, reduzir as perdas de produção por conta de paradas de linha.

Temos como exemplo também, o sistema Toyota de produção, com a logística fazendo parte fundamental do processo, principalmente pelo *Just In Time* que se trata de um sistema com a ideia de que nada deve ser transportado ou produzido antes da

hora tudo ocorre no momento certo, mas para isso a logística precisa ser muito eficiente pois como o tempo é apertado, qualquer falha causa problemas na cadeia produtiva. A ideia principal é auxiliar os operadores, gestores e a linha de produção a terem um melhor rendimento, evitando problemas com prazos ou metas.

Com a integração de um sistema de gerenciamento logístico todos esses erros que causam paradas na linha de produção poderão ser evitados e poderá ter novas estratégias de abastecimento e otimização de rotas para que tudo seja feito no tempo certo.

O projeto está estruturado em três capítulos:

- Capítulo 1 – Fundamentação Teórica: são apresentadas as teorias e conceitos que dão sustentação ao desenvolvimento do projeto;
- Capítulo 2 – Metodologia: destacam-se os métodos e as técnicas que direcionam a trajetória da construção e desenvolvimento do projeto;
- Capítulo 3 – Desenvolvimento do Projeto: descreve passo a passo a construção do projeto ilustrando-o com figuras e tabelas. Apresenta a ligação entre a teoria pesquisada com processo de montagem e funcionamento.
- Considerações finais – Serão descritos o objetivo proposto na introdução e sua justificativa, apontando as relações entre os fatos verificados e as teorias, conquistas alcançadas, pontos fortes e fracos e sugestões para futuros trabalhos após a conclusão do projeto no 6º Semestre

## **1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo encontram-se o embasamento teórico da sustentação ao desenvolvimento do projeto intitulado de Sistema De Gerenciamento Logístico SGL.

### **1.1 Logística**

Por logística entende-se um conjunto de métodos e meios destinados a fazer o que for preciso para entregar os produtos certos, no local adequado, no tempo combinado.

A palavra logística era muito utilizada no meio militar para falar sobre o transporte, abastecimento e alojamento das tropas. Segundo Novaes (2007), o conceito de logística estava essencialmente ligado às operações militares. Ao decidir avançar suas tropas seguindo uma determinada estratégia militar, generais precisavam ter, sob suas ordens, uma equipe que providenciasse o deslocamento, na hora certa, de munição, viveres, equipamento e socorro médico para o campo de batalha. Por se tratar de um serviço de apoio, sem o glamour da estratégia bélica e sem o prestígio das batalhas ganhas, os grupos logísticos militares trabalhavam quase sempre em silêncio.

Com o passar do tempo à logística começou a ser implementada no meio industrial deixando de ser apenas um termo utilizado por militares durante operações. A logística então passou a ser toda a movimentação de bens para um lugar certo no momento certo e extremamente importante para processos serem eficazes.

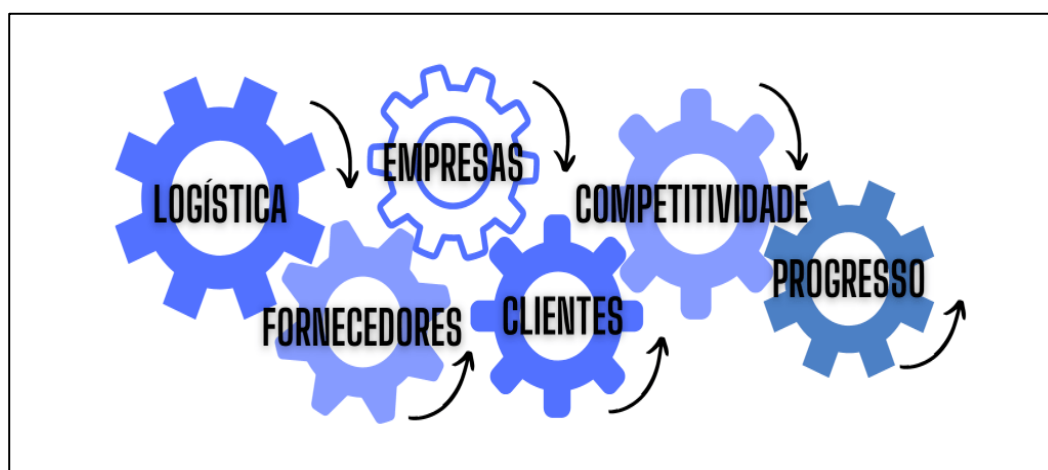
#### **1.1.1 Logística Competitiva**

A Logística é um processo importantíssimo que agrega valor ao produto ou se malfeita e mal planejada pode trazer prejuízos e atrasos, visto que tempo é dinheiro e que a logística trabalha diretamente relacionada ao tempo.

Segundo Bowersox (2001), a logística é processo que gera valor a partir da configuração do tempo e do posicionamento do inventário; é a combinação da gestão de pedido de uma empresa, do inventário, do transporte, do armazenamento do manuseio e embalagem de materiais, enquanto os procedimentos integrados em uma rede de instalações.

A figura 1.1 ilustra a importância da logística para a progressão e sucesso de uma empresa:

Figura 1 - Importância da logística



Fonte: <https://saclogistica.com.br/importancia-da-logistica/>, 2022.

No passado, o foco de algumas empresas estava centralizado apenas na produtividade, com pouco investimento no processo logístico. Através de estudos descobriu-se a importância de se ter um processo balanceado e organizado já que elas perceberam que quanto mais eficaz era seu sistema de abastecimento, mais lucrativo era o seu negócio.

### 1.1.2 Evolução da Logística

O método *Just In Time*, é um sistema de administração da produção que determina que tudo deve ser produzido, transportado ou comprado na hora exata.

Os sistemas de supervisão e controle foram desenvolvidos na tentativa de melhorar o processo logístico. Muitas empresas tentam reduzir ao máximo os seus estoques e trabalhar cada vez mais com o sistema *Just In Time*, reduzindo assim o

custo de estoque, mas aumentando a responsabilidade da logística que se falhar causa muito prejuízo com perdas de produção, principalmente quando se trata de produção em linhas de montagem como acontece no ramo automotivo.

A figura 1.2 demonstra o paradoxo da logística e como ela se tornou uma ferramenta competitiva no meio empresarial:

Figura 1.2 - Paradoxo da Logística



Fonte: [www.docplayer.com.br/](http://www.docplayer.com.br/),2022

A logística empresarial surgiu com o objetivo de melhorar a qualidade da operação dos negócios, com foco na experiência do cliente e na redução de custos. Quanto mais complexa a atividade da empresa, maior a necessidade de organizar de forma sistemática as etapas que envolvem o processo de produção. “A logística tem como objetivo incrementar a utilidade pela liberação do produto certo, nas condições, prazo, quantidades locais, cliente e custos solicitados. Seu sistema é composto por uma rede formada de instalações e informações que executa várias funções a fim de conseguir um eficiente fluxo do produto onde estão incluídos transferência, estocagem, manuseio e comunicação.” (SEVERINO, 2007)

De acordo com Ballou (2006) para a logística alcançar seus objetivos, três atividades primárias devem ser realizadas: transporte de mercadoria, manutenção de estoque e processamento de pedidos. Segundo Novaes: “(...) responsabilidade pelo transporte pode ser atribuída às operações, o estoque dividido entre três funções e o processo de pedidos colocados sob a égide tanto para o marketing quanto do



financeiro. Ainda assim a principal responsabilidade do Marketing pode ser a maximização dos lucros, a responsabilidade maior das operações pode ser produzir ao menor custo unitário, e a responsabilidade do financeiro pode ser minimizar os custos de capital o maximizar o retorno sobre investimento para a empresa”.

Para evitar atrasos e principalmente em montadoras, a parada de linha, é necessário que a empresa adote um método de integração entre setores para se ter um controle maior sobre a produção. Adotando softwares, como os supervisórios, é possível compartilhar informações em tempo real entre os setores, controlar o número de entradas e saídas de peças e acompanhar os relatórios com os dados dos setores. E é exatamente essa integração que queremos com o nosso projeto, hoje temos nas indústrias muitas falhas de logística que causam perdas de produção e prejuízos, isso porque é complicada a comunicação entre operador que é quem é responsável pela utilização das peças na linha de montagem e sabe quando é necessário abastecimento pelo conhecimento que tem do dia a dia com os responsáveis pelo abastecimento e controle logístico. Queremos facilitar essa comunicação tornando assim o processo mais fluido.

## **1.2 Sistemas Produtivos**

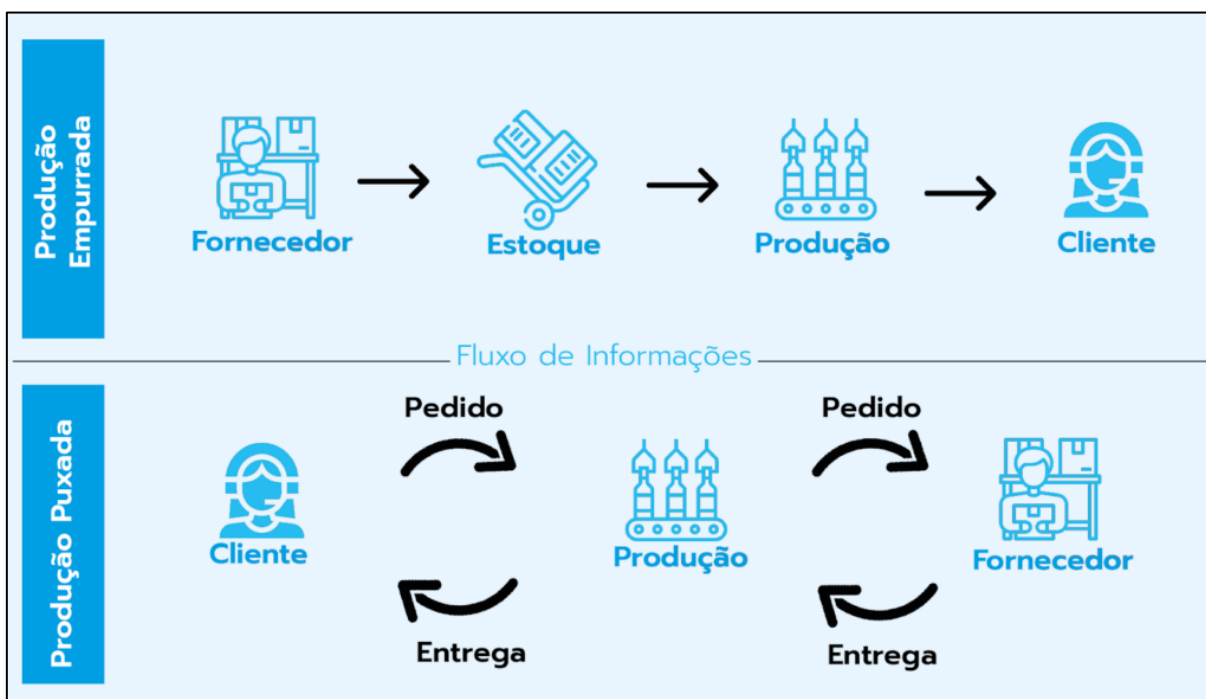
A linha de produção é a parte mais importante de um processo produtivo, pois é ali que tudo que foi planejado pela engenharia acontece se ocorrer um erro, como por exemplo, uma falta de peças por conta de uma falha de abastecimento da logística, todo o processo é afetado e pode ser até interrompido. Caso esse processo seja interrompido haverá uma perda de produção o que gera retrabalho e custo e esse é o pior cenário para uma fábrica, como podemos observar durante as pesquisas de campo, para que possamos evitar esse tipo de problema por falta de abastecimento precisamos de um sistema que minimize as falhas.

Os sistemas de produção mais utilizados hoje em dia principalmente por montadoras automobilísticas é o sistema de produção puxada que se trata de produzir somente o que já está vendido, ou seja, se produz conforme a demanda e quando o produto é finalizado já é enviado ao seu destino para o cliente. Isso reduz custos já que a empresa não precisa se preocupar em guardar seus produtos finalizados seja em pátios ou galpões. O problema é que para que esse sistema funcione corretamente

todo o processo deve estar integrado e funcionando bem já que caso haja um atraso de entrega de peças por exemplo toda aquela produção precisará ser armazenada para ser retrabalhada quando as peças chegarem com isso temos perda de qualidade e maiores custos com local para armazenar e retrabalhos que não estavam no planejamento inicial o que é péssimo para a empresa.

A figura 1.3 demonstra as diferenças entre produção empurrada e produção puxada:

Figura 1.3 – Tipos de Produção



Fonte: <https://eprconsultoria.com.br/produção-puxada/>, 2022.

### 1.2.1 Perdas de Produção em Linhas de Montagem

Toda empresa possui uma meta de produção programada pela equipe de engenharia, seja essa meta anual, mensal semanal e diária tudo está planejado e todos os setores sabem o que precisa ser feito para que as metas sejam alcançadas, mas e quando um setor falha, as perdas são enormes.

Se existir no meio do processo uma falha de abastecimento por exemplo a linha será parada caso aquela peça seja essencial e não possa ser montada ao final do processo como rodas em um carro por exemplo, agora se aquela peça não é essencial

e pode ser montada depois a linha segue funcionando e no final do turno aqueles produtos são retrabalhados mas isso gera custos, com horas extras para funcionários, pode gerar mais retrabalho caso o operador ao colocar aquela peça com as outras já montadas arranhe ou quebre uma outra parte o que não aconteceria se aquele trabalho tivesse sido feito junto com o processo no setor correto onde a engenharia homologou aquela operação, mas por conta de um erro logístico isso não foi possível e causou problemas e gastos futuros.

### **1.3 Sistemas Supervisórios**

Os sistemas supervisórios são a base para o monitoramento de processos industriais, sejam eles produtivos ou logísticos. São muito utilizados para monitorar de forma autônoma os processos produtivos de uma fábrica. Os supervisórios de acordo com o que lhe é estabelecido serve para te alertar quando algo está diferente do que deveria. Com isso é possível que se tenha o controle do processo em tempo real indicando para a central de gerenciamento que uma ação precisa ser tomada. As informações são mostradas para o usuário de maneira fácil de serem compreendidas geralmente utilizando cores e gráficos, facilitando assim a interação do controlador de logística ou processo com o chão de fábrica, assim é possível tomar as atitudes corretas dentro de um curto período como foi visto durante as aulas na faculdade.

O funcionamento perfeito do supervisório depende também dos componentes que são os responsáveis por realizar as leituras de parâmetros e informar ao supervisório como, por exemplo, sensores e atuadores, estações remotas, rede de comunicação e de monitoração central. Onde existe um microcontrolador que no nosso projeto será utilizado um Arduino UNO que é responsável por interpretar os sinais mandados pelos sensores.

O sistema supervisório é muito importante para o processo, pois diminui as paradas de linha por conta de falta de peças, informando o controlador em tempo real sobre o que está ocorrendo no processo produtivo. Com esses dados, as paradas de linha podem ser estudadas e diminuídas. Além disso, os problemas são encontrados com maior rapidez, possibilitando uma solução ágil, resultando assim em uma atividade mais produtiva e menos interruptiva, o que torna o processo mais barato pois

diminui os valores gastos com retrabalhos gerados por falta de abastecimento e aumenta sua produtividade.

Os sistemas supervisórios reduzem a necessidade de operadores no monitoramento da produção, informando de maneira automática todos os status relacionados ao processo. A otimização da produção também está relacionada à redução de custos. Isso porque o número de paradas é reduzido, acidentes de trabalho são prevenidos e o controle da produção torna-se maior e mais eficiente. Esse sistema logístico por exemplo pode ser conectado a outros subsistemas da empresa trazendo então uma integração grande entre setores o que faz total sentido quando falamos de indústria 4.0.

### 1.3.1 Gerenciamento de Abastecimento de Produção

É importante no ponto de vista de posicionamento de mercado, que as empresas tenham os trabalhos cada vez mais efetivos. Para isso é preciso que se tenha o controle absoluto sobre toda a produção e todas as suas ramificações como por exemplo as áreas de engenharia e áreas logística que são áreas extremamente estratégicas e que tornam a empresa competitiva se bem executadas podendo trazer grandes retornos a organização.

### 1.3.2 Otimização de Rotas de Abastecimento

Quando se tem o controle do processo e o tempo de produção para cada produto ou em empresas, que produzem mais de um produto se sabe qual o *mix de produção* (quantidade produção de cada modelo e ordem de entrada deles na linha de montagem) daquele dia é possível se planejar utilizando o monitoramento de abastecimento de linha para que se utilize rotas estratégicas para realizar os abastecimentos assim otimizando o trabalho e reduzindo tempo e custo de abastecimento.

## 1.4 Sistemas e Informações

Não adianta apenas se ter as informações e não saber como utilizá-las, o uso eficaz da informação é um fator primordial para o sucesso das organizações. É

utilizando estes sistemas de gerenciamento que se consegue um controle maior da sua linha de produção, controlando processos, insumos e recursos humanos.

Um sistema inteligente e integrado às outras áreas da empresa é extremamente importante no processo de produção, para controle e supervisão.

O Sistema de Gerenciamento Logístico SGL, usa diretamente a ideia de um sistema inteligente de informação, pois, acompanha o fluxo, materiais e linhas de trabalho trazendo assim informações valiosas a todo tempo para que se possa ter um planejamento perfeito de abastecimento otimizando assim o serviço.

#### 1.4.1 KANBAN

O Kanban é parte essencial de um bom gerenciamento de processos, com uma abordagem simples, eficiente e direta para a administração de demandas. Considerado revolucionário, o método propõe um olhar mais ativo e construtivo para a resolução de tarefas, porém depende muito do trabalhador lançar ao sistema atualizações, diferente do que pensamentos para o nosso projeto onde todo o monitoramento é autônomo e já entrega aos gestores as informações necessárias sobre a produção.

#### 1.4.2 Sistemas de Gerenciamento de Logística

Atualmente, as ferramentas tecnológicas de gestão logística vêm oferecendo ganho de tempo e produtividade às empresas transportadoras por exemplo ou empresas terceiras responsáveis por abastecimento de linhas de produção em grandes montadoras automobilísticas por exemplo. Dessa forma, são aliadas estratégicas para a otimização da operação de transporte e armazenamento, entre outras funções da atividade, porém possuímos alguns sistemas que dependem muito de informações que precisam ser coletadas no chão de fábrica.

É importante que tenhamos um sistema mais moderno e que nos dê em tempo real como está à situação da linha de montagem sem que tenhamos que ir até lá e mais que isso é importante que possamos em uma mesma tela ter informações sobre diversas áreas do processo produtivo, isso faz com que precisemos de um menor

número de funcionários e tenhamos um monitoramento e controle melhor sobre o processo.

## 1.5 Sensores

Segundo Sparflex (2020) a indústria 4.0 é uma realidade mundial e com ela veio a necessidade de indústrias terem esquemas mais eficazes de automação. Nesse sentido, os sensores industriais exercem um papel fundamental.

Sensores são dispositivos fundamentais na automação industrial, com a função de controlar diferentes aspectos, como nível, temperatura, posição, velocidade, pH e outros, contribuindo com o processo produtivo.

Além disso, quando os sensores industriais de medição são elétricos, eles podem funcionar analisando tensão ou corrente. Sensores que avaliam a corrente são mais comuns, já que evitam leituras erradas por influência de outros equipamentos.

A figura 1.4 ilustra alguns sensores industriais

*Figura 1.4 – Sensores industriais*



Fonte: [www.scaneletronic.com.br](http://www.scaneletronic.com.br), 2022.

Os sensores discretos contam com sinal elétrico de saída do tipo Booleano, sendo usado para detectar eventos, como por exemplo a chegada de fluido a um determinado nível ou um objeto a certa posição. Por sua vez, os sensores discretos podem ser de contato mecânico ou de proximidade.

- Sensores de contato mecânico: esses sensores trabalham a partir de uma força entre ele e o objeto que deve ser detectado. Para tanto, possuem a

sua estrutura reforçada, a fim de aguentar as forças mecânicas decorrentes do contato com o objeto;

- Sensores de proximidade: a detecção do objeto se dá apenas por conta da sua proximidade com o sensor;
- Sensores de medição ou transdutores industriais: atuam por meio de um sinal elétrico de saída, que reproduz a amplitude do seu sinal de entrada, sendo que o de saída pode ser analógico ou digital. O mais comum é que sejam usados em controle dinâmico de processos da indústria;
- Sensores de nível: detectam o nível de um fluido;
- Sensores de vazão: percebem a vazão do fluido;
- Sensores de temperatura: medem a temperatura deles;
- Sensores de pressão: medem a pressão de um fluido.

Como podemos avaliar, existem diferentes sensores industriais, todos eles essenciais a empresas de acordo com o seu segmento de mercado. Afinal, garantem a segurança dos processos realizados na indústria e dos funcionários que operam as máquinas. Também, tornam os processos industriais mais eficientes, evitando problemas e acidentes, por consequência, garantindo uma maior produtividade.

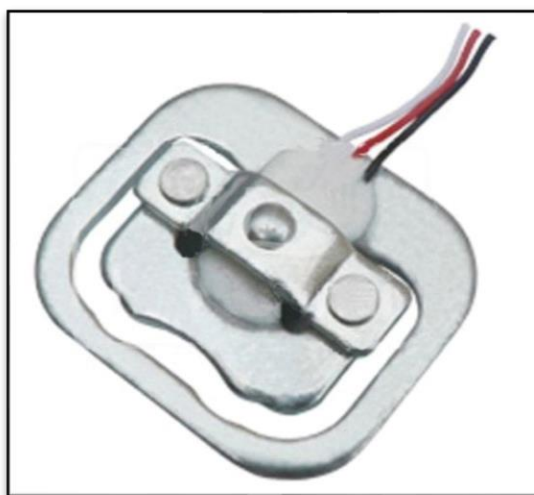
### 1.5.1 Célula de Carga

Segundo a fabricante de sensores Flintec LTDA, uma célula de carga é um sensor eletromecânico usado para medir força ou peso. Ela utiliza um simples, porém efetivo princípio bastante conhecido da transferência entre a força aplicada, a deformação do material e a condução da eletricidade. Elas são dispositivos incrivelmente versáteis que proporcionam desempenho preciso e robusto em uma grande variedade de aplicações.

Não é por acaso que tais sensores se tornaram essenciais em muitos processos industriais e comerciais, da automação na fabricação de automóveis à pesagem de nossas compras em caixas de supermercados. À medida que a tecnologia avança vigorosamente, um grande número de novas e empolgantes aplicações estão surgindo que também se beneficiam do uso das células de carga.

Novos avanços em robótica, interfaces ópticas e próteses médicas, para citar alguns, necessitam de meios eficazes para medir forças e pesos. Novos tipos de células de carga são continuamente projetados para suprir as necessidades desse mercado em constante mudança. A figura 1.5 ilustra a célula de carga que foi utilizada no projeto.

*Figura 1.5 – Célula de Carga*



Fonte: [www.eletrogate.com](http://www.eletrogate.com), 2022

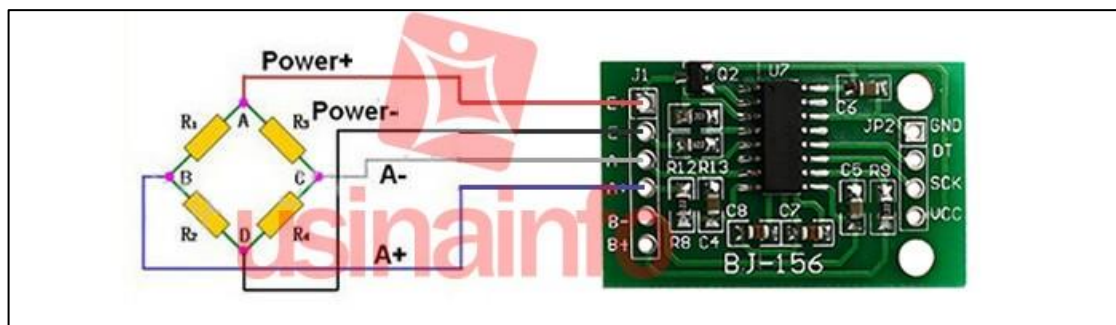
### 1.5.2 Módulo HX711

O Módulo Conversor Célula de Carga - HX711 é um tipo de conversor A/D e amplificador de 24 Bits muito utilizado para fazer integração de células com microcontroladores.

O Módulo Conversor HX711 foi desenvolvido com a finalidade de fazer a conversão das alterações de valor da resistência dos sensores de uma balança em dados digitais, por meio do circuito ADC de 24-bit. Como os sensores de peso instalados nas balanças não oferecem dados com grande precisão é necessário o uso de um conversor HX711, que também funciona como um amplificador de sinal para oferecer dados mais exatos. A figura 1.6 ilustra o módulo HX711 e o diagrama de ligação.



Figura 1.6 - HX711 Esquema de Ligação



Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/amplificadores-de-sinal/modulo-conversor-amplificador-hx711-24bit-2-canais-2818.html/>, 2022

Baseado na tecnologia patenteada da Avia, ele foi projetado especialmente para balanças digitais e aplicações de controle industrial. Seu princípio de funcionamento é converter as mudanças medidas em alteração do valor de resistência, através do circuito de conversão em potência elétrica.

Para comunicação com o computador utiliza o padrão TTL 232, possuindo estrutura simples, fácil de usar e com desempenho estável, além é claro, da elevada sensibilidade e velocidade de medida.

Geralmente é empregado na indústria aeroespacial, mecânica, elétrica, eletrônica, química, construção, medicina e muitos outros campos.

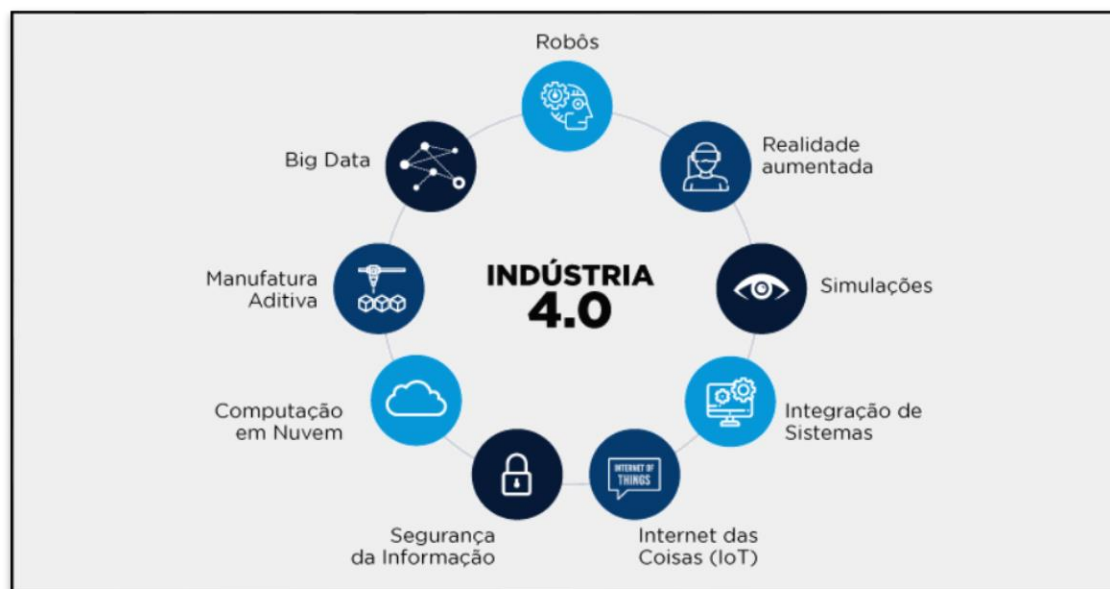
## 1.6 Indústria 4.0

A modernização e integração de setores estão totalmente ligadas a indústria 4.0 onde cada vez mais o homem é responsável apenas pela supervisão e a tomada de atitudes e o “computador” é o responsável por todo o monitoramento e coleta de dados do processo.

Com isso temos muito avanço na área industrial principalmente nas áreas de tecnologia que podem simular um processo inteiro antes mesmo de se ter algo físico no local. Os custos inicialmente não são tão baixos, porém se trata de um investimento futuro realizar toda a modernização da sua produção tornando o processo mais limpo

eliminando muito as taxas de retrabalho que são péssimas para os indicadores de qualidade das empresas. A figura 1.7 demonstra todos os conceitos que são englobados dentro da indústria 4.0, o projeto se encaixa na integração de sistemas, pois realizará a comunicação e troca de informações entre produção e logística.

Figura 1.7 - Indústria 4.0 1



Fonte: [www.tecnicon.com.br](http://www.tecnicon.com.br), 2022.

### 1.6.1 Integração de Sistemas

A integração de sistemas é importantíssima quando se trata de uma indústria com grande porte, pois para que se tenha um bom resultado é necessário que todas as áreas consigam se comunicar, trazendo assim informações importantes de um lado para o outro.

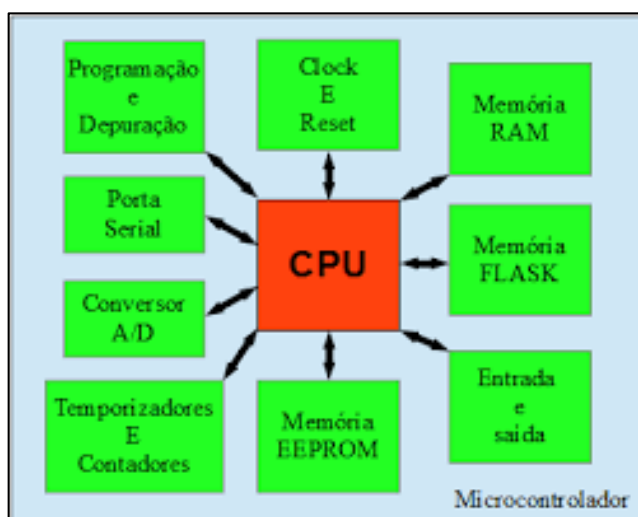
Pensando nisso nosso projeto traz a integração entre linha de produção e logística, comunicando diretamente o operador de produção à central logística. É possível também ter como uma continuação do projeto uma integração junto de um robô AGV que pode de acordo com as informações obtidas pelo supervisor de locais onde se necessita de abastecimento fazer com que o AGV vá até esses locais

transportando o que for necessário, tudo isso de maneira autônoma tornando o processo mais eficaz.

## 1.7 Microcontroladores

Segundo Kerschbaumer (2018) microcontrolador são computadores de um único chip, pois se trata de um circuito integrado que depende de uma fonte de alimentação externa e possuem no seu interior todos os componentes necessários para seu funcionamento sendo composto por uma CPU e um conjunto de periféricos dos quais podemos destacar a memória de dados, a memória de programa e o circuito de *clock*. A figura 1.8 ilustra os componentes vitais de um microcontrolador.

Figura 1.8 - Componentes de um microcontrolador



Fonte: [www.professor.luzerna.ifc.edu.br](http://www.professor.luzerna.ifc.edu.br), 2018.

## 2 METODOLOGIA

Neste capítulo encontram-se as diretrizes percorridas para o desenvolvimento e construção do projeto que se intitula ‘Sistema de Supervisionamento e Controle Logístico’.

Refere-se a uma pesquisa aplicada que é desenvolvida nas dependências da FATEC SBC “Adib Moises Dib” e nas residências dos integrantes do grupo.

A redação do texto tem como base o Manual de Normatização de Projeto de Trabalho de Graduação da Fatec São Bernardo do Campo (2017), que se encontra ancorado nas normas da ABNT. A redação do texto é escrita numa linguagem simples, concisa e com terminologia adequada

## **2.1 O que é Metodologia**

A metodologia é uma descrição detalhada do caminho que você percorrerá para executar seu processo de pesquisa do projeto. Ou seja, ela orienta em relação aos procedimentos para a coleta e para a análise de dados.

Sendo assim, podemos dizer que a metodologia é essencial para dar norteamento a sua pesquisa. Por isso, ela deve ser definida antes de começar a pesquisar e escrever o TCC, sendo um dos primeiros passos do planejamento do projeto.

Além de definir seu método de pesquisa e análise, a metodologia ajuda outros pesquisadores a entender seus passos, estando aptos para reproduzir sua pesquisa.

## **2.2 ELIPSE E3**

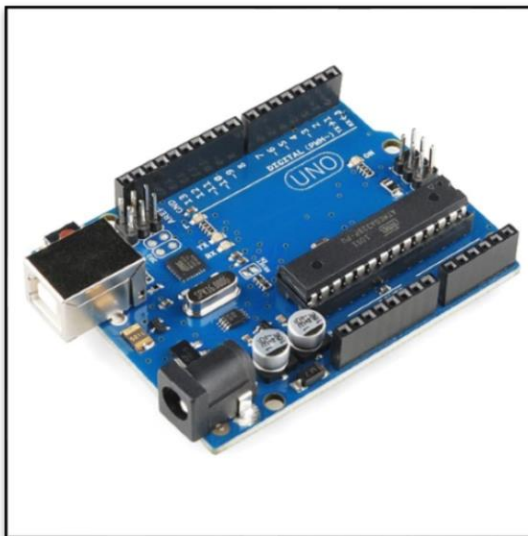
A ferramenta Elipse E3 da plataforma SCADA será utilizada para o desenvolvimento do nosso sistema supervisor, a ferramenta é ideal para sistemas de missão crítica e centros de controle. Ainda é muito utilizada para monitoramento e controle de processos, oferecendo escalabilidade e constante evolução para diversos tipos de aplicações, desde simples interfaces IHM até complexos centros de operação em tempo real.

## **2.3 ARDUINO**

FBS Eletrônica (2020) diz que o Arduino é uma plataforma flexível *open-source* de hardware para prototipagem eletrônica destinada a pessoas que queiram criar projetos ou ambientes interativos, podendo receber entradas de uma variedade de

sensores e da mesma forma atuar no ambiente. A figura 2.1 ilustra o Arduino que foi utilizado no desenvolvimento do projeto.

*Figura 2.1 - Placa de Arduino Uno*

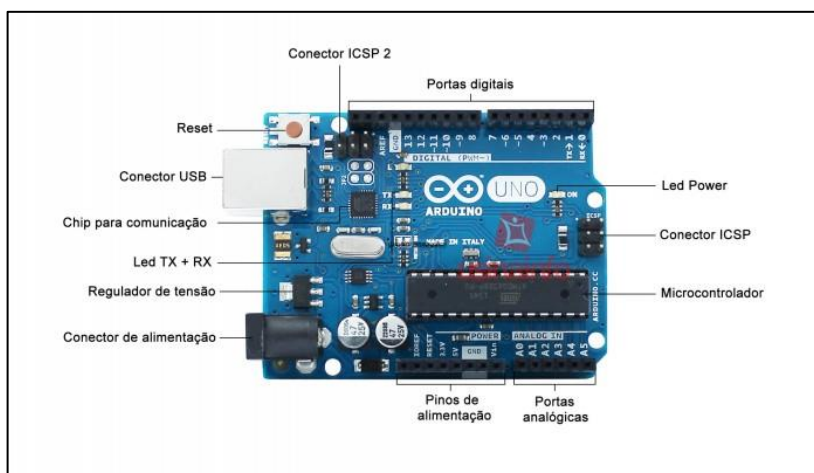


Fonte: [www.valdick.com](http://www.valdick.com), 2022.

Thomsen (2014) diz que o Arduino foi criado em 2005 por um grupo de 5 pesquisadores: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. A ideia era elaborar um dispositivo barato, funcional e fácil de programar, além de ser adotado o conceito de hardware livre o que poderia atender todas as classes, desde estudantes até projetistas.

Assim foi desenvolvida uma placa que conta com um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada e saídas, digitais e analógicas, que podem facilmente conectadas a um computador e programada via IDE que faz uso de uma linguagem baseada em C/C++, comunicando-se apenas via cabo USB. A figura 2.2 ilustra os componentes de uma placa Arduino Uno.

Figura 2.2 – Componente da Placa de Arduino



Fonte: [www.professorakeila.com.br](http://www.professorakeila.com.br), 2022.

## 2.4 Protocolos RTU ModBus

Este é um protocolo serial que especifica que o modelo de comunicação é o mestre-escravo. Desse modo um escravo não inicia nenhuma comunicação ou ação sem que tenha sido solicitado pelo mestre que no nosso projeto é o microcontrolador Arduino UNO.

Os dados são transmitidos em bytes de 8 bits, sendo um bit de cada vez em taxas de transmissão que podem variar de 1200 bits por segundo (baud) a 115200 bits por segundo.

### **3. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA**

Com a observação do funcionamento da produção em linha de montagem, em montadoras de veículos, foi possível perceber um grande problema que são as perdas de produção, e ao analisarmos alguns relatórios sobre os motivos das paradas de linha se percebeu que o principal deles é a falha de abastecimento de peças por parte da logística, seja por atraso nos abastecimentos ou até o abastecimento de peças erradas.

Com isso se iniciaram discussões e pesquisas para que se pudesse ter um sistema de monitoramento e controle da logística que fosse mais eficiente do que o sistema de cartões, por exemplo utilizado pelo KANBAN que depende muito diretamente do operador para ler códigos de barra ou QR Codes e lançar no sistema, o que pode causar erros e não te permite um acompanhamento em tempo real nem uma comunicação rápida com o operador de produção. Pensando nisso iniciou-se o desenvolvimento do Sistema de Gestão Logístico (SGL) que integra de maneira prática as áreas produtivas e de logística, trazendo para ambos os operadores melhores condições de acompanhamento do processo e assim diminuindo a quantidade de retrabalhos por falta de peças, paradas de linha que geram perdas e aumentando a qualidade do produto já que tudo pode ser montado no local planejado pela engenharia com o abastecimento acontecendo de forma correta.

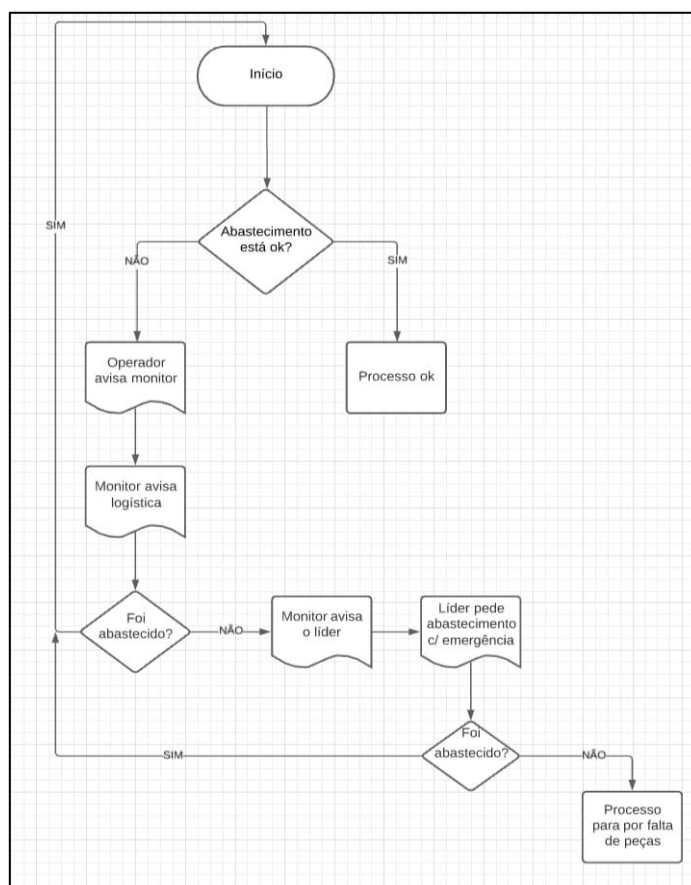
#### **3.1 Preparação**

O início do desenvolvimento do projeto foi planejado como as coisas seriam desenvolvidas, criamos um cronograma e então demos início em nossas pesquisas de campo nas empresas por parte de integrantes que trabalham na indústria automobilística e com artigos para que pudéssemos desenvolver um sistema que fosse útil e que resolvesse realmente os problemas que havíamos observado com o modo de operação atual das empresas.

Criamos um cronograma onde colocamos metas que deveríamos atingir no desenvolvimento do projeto e para que pudéssemos ter um norte do que fazer. Desenvolvemos fluxogramas que mostram como é o funcionamento logístico hoje em dia em algumas empresas na questão do abastecimento de peças na linha de montagem, então criamos um outro fluxograma de como deve ser o processo utilizando o nosso sistema, com isso foi possível fazer uma comparação o que mostrou o quão importante esse projeto seria já que tornaria a logística mais precisa e então consequentemente torna a empresa mais competitiva no mercado e traz um lucro maior pois diminui o custo que as indústrias tem com os retrabalhos.

Pode-se observar na figura 3.1 como o processo de abastecimento de linha de produção funciona atualmente:

Figura 3.1 - Fluxograma de processo sem nenhum sistema implementado



Fonte: Elaboração própria, 2023.

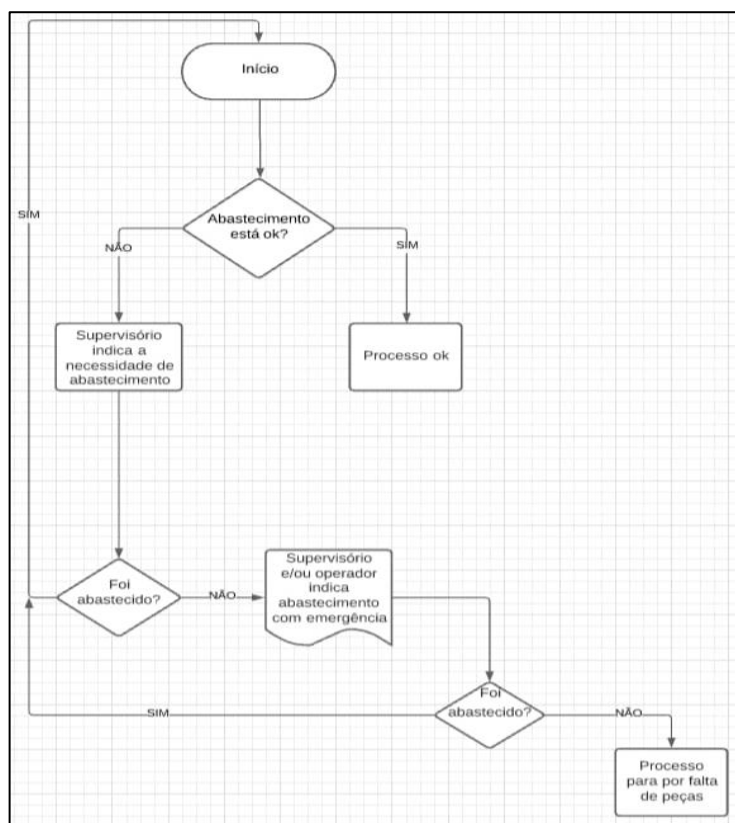


Na figura 3.1 tem-se o Início que se trata do processo produtivo, abaixo deles temos a verificação que é feita por funcionários da logística e o operador da produção responsável pela montagem de determinada peça. O monitor de linha é a pessoa responsável por garantir que todas as condições estão de acordo para que os operadores possam realizar o seu trabalho sem problemas.

É possível observar na figura 3.1 a distância que se tem entre o operador de produção e a logística, se toda essa comunicação demorar 3 minutos para acontecer em uma fábrica que produz 1 produto por minuto temos então só nesse processo a perda de 3 produtos o que já gera custo se pensarmos por exemplo que se perde 3 produtos por turno e depois juntarmos tudo isso em uma semana ou em um mês depois em um ano inteiro, esse valor só aumenta e é um tipo de custo que pode ser evitado com um projeto de automação da logística.

Agora temos a figura 3.2 que nos mostra como o processo será a partir da implementação do nosso projeto:

Figura 3.2 - Fluxograma de processo com sistema implementado



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Podemos observar que temos um caminho bem mais encurtado entre o operador da linha de produção e o operador logístico, com o nosso sistema a logística pode durante todo o processo produtivo acompanhar o abastecimento de peças na linha de montagem por área e assim se programar da melhor forma evitando que falte peças ou que as peças sejam abastecidas erradas.

O supervisório indica em tempo real o número de peças que possui disponível para o operador de acordo com o peso das peças na caixa e o operador pode por meio de um botão emitir um alerta na logística solicitando então um abastecimento de emergência sem que precise ligar ou procurar um de seus superiores para então solicitar que eles entrem em contato com a logística para avisar sobre a falta de peças. Com isso as paradas de linhas serão praticamente zero se todo o processo for respeitado.

### **3.1 Integração entre microcontrolador e sistema supervisório**

No nosso projeto estamos utilizando como microcontrolador o Arduino e como supervisório o software Elipse E3 SCADA. Com isso utilizamos da linguagem C para programação do microcontrolador e do protocolo ModBus RTU para a integração entre o microcontrolador e supervisório.

Escolhemos esse *software* por se tratar de um *software* onde podemos ter algumas animações que facilitam na leitura dos operadores de logística, tornando o processo mais efetivo e rápido e por ser o *software* que utilizamos nas aulas de supervisório no decorrer do curso.

#### **3.1.1 Testes dos componentes**

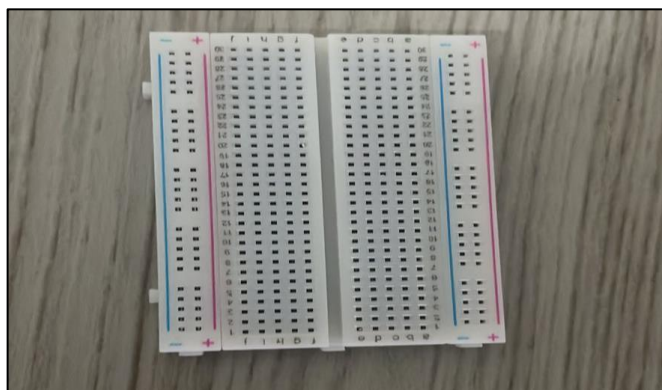
Adquirimos alguns componentes para realizarmos a montagem do nosso projeto, realizamos testes e programações básicas para que pudéssemos ter a certeza de que tudo estava funcionando corretamente. Para isso utilizamos uma ferramenta chamada

*Tinkercad* onde podemos criar circuitos, fizemos os circuitos na plataforma e depois transferimos tudo para os componentes físicos programando o Arduino.

Abaixo estão algumas imagens dos componentes, circuitos e programas básicos que criamos só para realmente fazer o teste de comunicação do Arduino e realizar o teste dos componentes garantindo que nada apresentava defeitos.

Na figura 3.3 temos um Protoboard também conhecida como placa de ensaio, matriz de contato, é uma placa que permite a montagem de um circuito de testes de componentes e funcionamento sem a necessidade de realizar uma solda:

*Figura 3.3 – Protoboard*



Fonte: Elaboração própria, 2023.

O Arduino que é mostrado na figura 3.4, é microcontrolador que se comunica com o supervisor utilizando o protocolo ModBus RTU. Toda a programação do Arduino é realizada em linguagem C:

*Figura 3.4 – Arduino UNO*



Fonte: Elaboração própria, 2023.

A figura 3.5 demonstra o display que será utilizado no projeto e ele será o responsável por mostrar ao operador na linha de montagem a quantidade de peças que ainda se tem na caixa disponível para a utilização.

*Figura 3.5 - Display LCD 16x2*



Fonte: Elaboração própria, 2023.

A figura 3.6 demonstra o módulo I2c que é o componente responsável pela interligação entre o Arduino e o display LCD 16x2

*Figura 3.6 - Módulo I2c do display LCD 1*

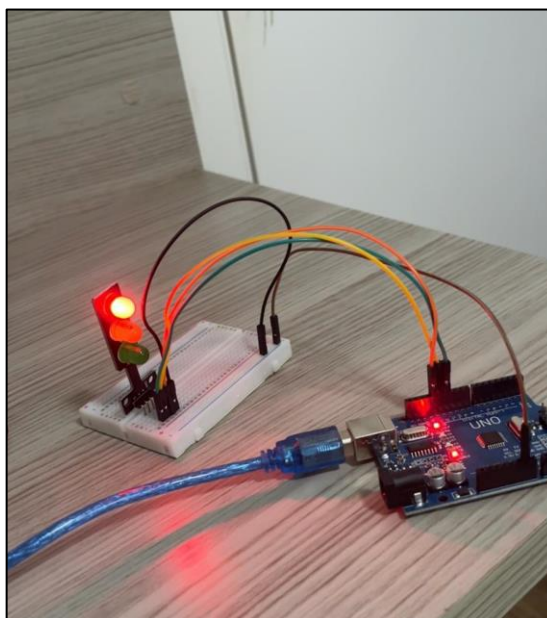


Fonte: Elaboração própria, 2023.

Realizamos a montagem de um circuito que se comporta como um semáforo, como demonstrado na figura 3.7, utilizando o *Tinkercad* primeiramente para realizar

todas as ligações e realizar os testes, tendo certeza de que as ligações estavam corretas para então realizar a montagem fisicamente, sendo evitado possíveis ligações erradas, garantindo o bom funcionamento dos componentes. Após os testes fizemos a comunicação do Arduino com o computador e escrevemos o programa, ao compilar sem apresentar erros foi dado início ao teste rodando o programa no Arduino. Não apresentou nenhum problema, funcionou corretamente.

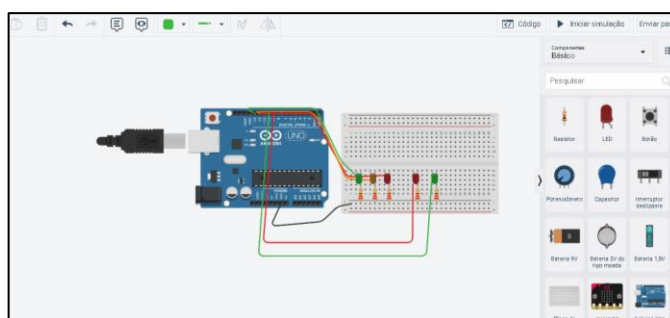
*Figura 3.7 - Montagem de Circuito teste*



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Na figura 3.8 é possível observar como ficou a montagem do programa utilizado para testes no *Tinkercad*, foi realizado os mesmos testes com alguns outros componentes para que fosse possível integrar tudo.

*Figura 3.8 – Circuito no Tinkercad*



Fonte: Elaboração própria, 2023.

A seguir temos o programa que utilizamos para que os testes fossem realizados, é um programa que funciona como um semáforo fazendo com que os leds se comportem de maneira igual aos sinais de trânsito.

```
void setup() {  
  
  pinMode(13, OUTPUT);  
  pinMode(12, OUTPUT);  
  pinMode(11, OUTPUT);  
  pinMode(9,OUTPUT);  
  pinMode(8,OUTPUT);  
}  
void loop() {  
  
  digitalWrite(13,HIGH);  
  digitalWrite(9,HIGH);  
  delay(5000); // Wait for 5(s)  
  digitalWrite(13, LOW);  
  digitalWrite(9, LOW);  
  delay(500); // Wait for 500 millisecond(s)  
  
  digitalWrite(11,HIGH);  
  digitalWrite(8, HIGH);  
  delay(5000); // Wait for 5000 millisecond(s)  
  
  digitalWrite(11, LOW);  
  digitalWrite(8, LOW);  
  delay(500); // Wait for 500 millisecond(s)  
  
  digitalWrite(12, HIGH);  
  delay(1000); // Wait for 1000 millisecond(s)  
  
  digitalWrite(12, LOW);  
  delay(1000); // Wait for 1000 millisecond(s)
```

### 3.1 Montagem do Sistema

O primeiro passo é realizar a calibração da nossa célula de carga, para isso foi preciso primeiro realizar a montagem do circuito que foi feita da seguinte forma:

O esquema de ligação da célula de peso para o módulo foi feito como apresentado a seguir.

| <b>Célula de Carga</b> |  | <b>Módulo HX711</b> |
|------------------------|--|---------------------|
|------------------------|--|---------------------|

|              |   |         |
|--------------|---|---------|
| Fio Vermelho | → | Pino E+ |
|--------------|---|---------|

|           |   |         |
|-----------|---|---------|
| Fio Preto | → | Pino E- |
|-----------|---|---------|

|           |   |         |
|-----------|---|---------|
| Fio Verde | → | Pino A- |
|-----------|---|---------|

|            |   |         |
|------------|---|---------|
| Fio Branco | → | Pino A+ |
|------------|---|---------|

A seguir, tem-se o esquema de ligação do módulo HX711 para o Arduino.

| <b>Módulo HX711</b> |  | <b>Arduino</b> |
|---------------------|--|----------------|
|---------------------|--|----------------|

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| Pino GND | → | Pino GND |
|----------|---|----------|

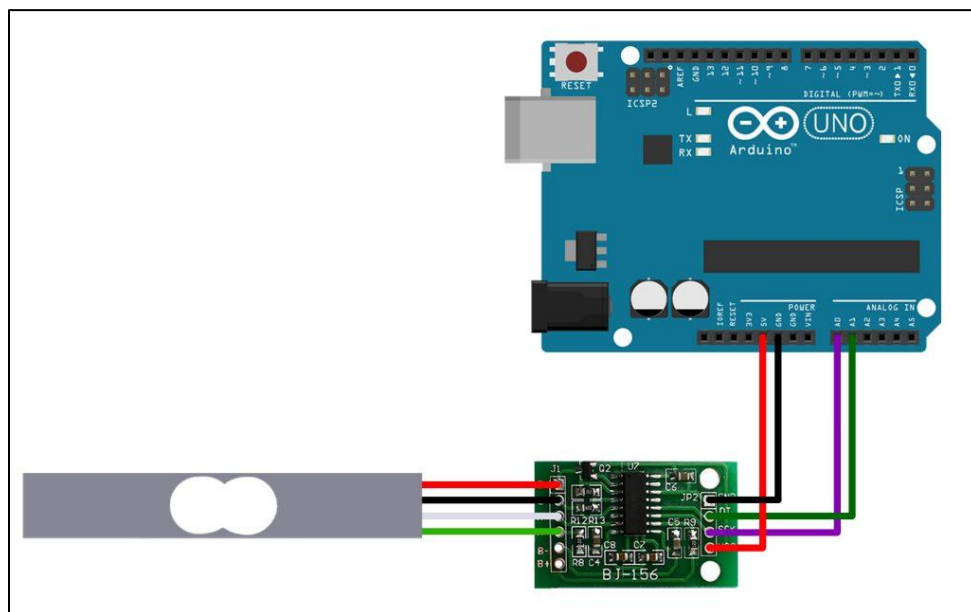
|         |   |         |
|---------|---|---------|
| Pino DT | → | Pino A1 |
|---------|---|---------|

|          |   |         |
|----------|---|---------|
| Pino SCK | → | Pino A0 |
|----------|---|---------|

|          |   |         |
|----------|---|---------|
| Pino VCC | → | Pino 5V |
|----------|---|---------|

É necessário soldar os terminais no módulo HX711, para isso é utilizado estanho e ferro de solda. A figura 3.9 ilustra a ligação entre Arduino, módulo HX711 e célula de carga

Figura 3.9: Ligação Arduino, módulo HX711, célula de carga



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Após a montagem do circuito utilizando Protoboard, fios, célula de carga, módulo HX711 e Arduino, é necessário realizar a calibração da balança utilizando o código a seguir.

```
//Calibração da Balança
```

```
#include "HX711.h"
```

```
const int PINO_DT = A1;
```

```
const int PINO_SCK = A0;
```

```
HX711 escala; // relaciona a variável escala
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
    escala.begin (PINO_DT, PINO_SCK);
```



```
Serial.begin(9600);

Serial.print("Leitura da Tara: ");

Serial.println(escala.read()); // aguarda o término de verificação do peso

Serial.println("Aguarde!");

Serial.println("Iniciando ...");

escala.set_scale(); // utiliza uma escala padrão de verificação

escala.tare(20); // fixa o peso como tara

Serial.println("Insira o item para Pesar");
}

void loop ()
{
  Serial.print("Valor da Leitura: ");

  Serial.println(escala.get_value(10),0); // retorna peso descontada a tara

  delay (100);
}
```

Nesse código estamos usando a biblioteca "HX711.h" para que fosse possível utilizar o módulo responsável por amplificar o sinal da célula de carga. Para a calibração utilizamos um objeto de 189g para que obtivéssemos números parecidos para que fosse possível realizar os cálculos. Utilizando o monitor serial foi possível observar os valores que estavam sendo medidos, como mostrado na figura 3.10 abaixo

*Figura 3.10 – Monitor Serial*

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Valor da Leitura: | 75286 |
| Valor da Leitura: | 75020 |
| Valor da Leitura: | 75178 |
| Valor da Leitura: | 75169 |
| Valor da Leitura: | 75092 |
| Valor da Leitura: | 75226 |
| Valor da Leitura: | 75104 |
| Valor da Leitura: | 75282 |
| Valor da Leitura: | 75235 |
| Valor da Leitura: | 75346 |
| Valor da Leitura: | 75133 |
| Valor da Leitura: | 75060 |
| Valor da Leitura: | 75285 |
| Valor da Leitura: | 75078 |
| Valor da Leitura: | 75261 |
| Valor da Leitura: | 75027 |
| Valor da Leitura: | 75245 |
| Valor da Leitura: | 75084 |

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Após colocarmos o nosso objeto na balança os valores ficaram parecidos então escolhemos oito dos valores mais propícios a uma média que representasse aquele peso, utilizamos valores consecutivos como mostrado na figura 3.11 abaixo

*Figura 3.11 – Monitor Serial*

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Valor da Leitura: | 75092 |
| Valor da Leitura: | 75226 |
| Valor da Leitura: | 75104 |
| Valor da Leitura: | 75282 |
| Valor da Leitura: | 75235 |
| Valor da Leitura: | 75346 |
| Valor da Leitura: | 75133 |
| Valor da Leitura: | 75060 |
| Valor da Leitura: | 75285 |
| Valor da Leitura: | 75078 |
| Valor da Leitura: | 75261 |
| Valor da Leitura: | 75027 |
| Valor da Leitura: | 75245 |
| Valor da Leitura: | 75084 |
| Valor da Leitura: | 75140 |
| Valor da Leitura: | 75329 |
| Valor da Leitura: | 75070 |
| Valor da Leitura: | 75165 |
| Valor da Leitura: | 75019 |
| Valor da Leitura: | 75111 |

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Somamos os valores escolhidos e encontramos um total de **601.671**, é preciso tirar a média desses valores dividindo a soma deles pela quantidade de amostras que utilizamos, ou seja 8, assim se tem uma média que no caso foi de **75208,875**.

$$\text{MÉDIA} = 60167771 / 8$$

Com o cálculo feito da média, é necessário realizar o cálculo da escala, esse valor será utilizado para determinar todos os pesos dos objetos que posicionarmos sobre a balança e para realizar esse cálculo utilizamos a fórmula abaixo:

$$\text{ESCALA} = 60167771 / 0,189$$

Como queremos utilizar a balança para realizar pesagens em Kg devemos realizar o cálculo dessa forma com o nosso objeto de 189g na fórmula colocaremos 0,189Kg.

Para concluir nosso programa no Arduino tivemos que realizar a calibração algumas vezes até que encontrássemos o jeito correto de fazer por conta disso os nossos valores se alteraram um pouco no programa final. Abaixo temos a codificação do programa final da balança no Arduino:

```
#include "HX711.h"
#include "LiquidCrystal_I2C.h"
// DEFINIÇÃO DE PINOS

const int PINO_DT = A1;

const int PINO_SCK = A0;

int led_verde = 10;

int led_amarelo = 11;

int led_vermelho = 13;
```

```
HX711 escala;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
void setup()
{
  escala.begin (PINO_DT, PINO_SCK);

  lcd.init();

  lcd.backlight();

  pinMode(led_verde, OUTPUT);

  pinMode(led_amarelo, OUTPUT);

  pinMode(led_vermelho, OUTPUT);

  Serial.begin(9600);

  Serial.print("Leitura do Valor ADC: ");

  Serial.println(escala.read()); // aguarda até o dispositivo estar pronto

  Serial.println("Nao coloque nada na balanca!");

  Serial.println("Iniciando...");

  escala.set_scale(-545.700); // substituir o valor encontrado para escala

  escala.tare(20); // O peso a ser medido é chamado de Tare.

  Serial.println("Pronto para uso");
}
void loop()
```

```
{  
  lcd.setCursor(4, 0);  
  
  lcd.print("Fatec SBC");  
  
  lcd.setCursor(0, 1);  
  
  lcd.print("Peso: ");  
  
  lcd.print(escala.get_units(20), 3);  
  
  lcd.println(" kg ");  
  
  delay(1000);  
  
  if (escala.get_units(20)>3)  
  {  
    digitalWrite(led_verde, HIGH);  
  }  
  else if ((escala.get_units(20)>1.5)&&(escala.get_units(20)<3))  
  {  
    digitalWrite(led_verde, LOW);  
    digitalWrite(led_amarelo, HIGH);  
  }  
  if((escala.get_units(20)>-2)&&(escala.get_units(20)<1.5))  
  {  
    digitalWrite(led_vermelho, HIGH);  
    digitalWrite(led_amarelo, LOW);  
  }  
  Else  
  {  
    digitalWrite(led_vermelho, LOW);  
  }  
}
```

### 3.3 Sistema Supervisório SGL

Na figura 3.12 abaixo é possível ver a tela inicial do supervisório e o menu, onde possui botões que é utilizado para navegar na aplicação para buscar as informações necessárias, o supervisório é o responsável por ser a interface homem-máquina, passando para os responsáveis de logística todas as informações necessárias para que o abastecimento seja realizado no momento e de maneira correta. Por meio dele que se pode monitorar o que está acontecendo no ambiente de produção.

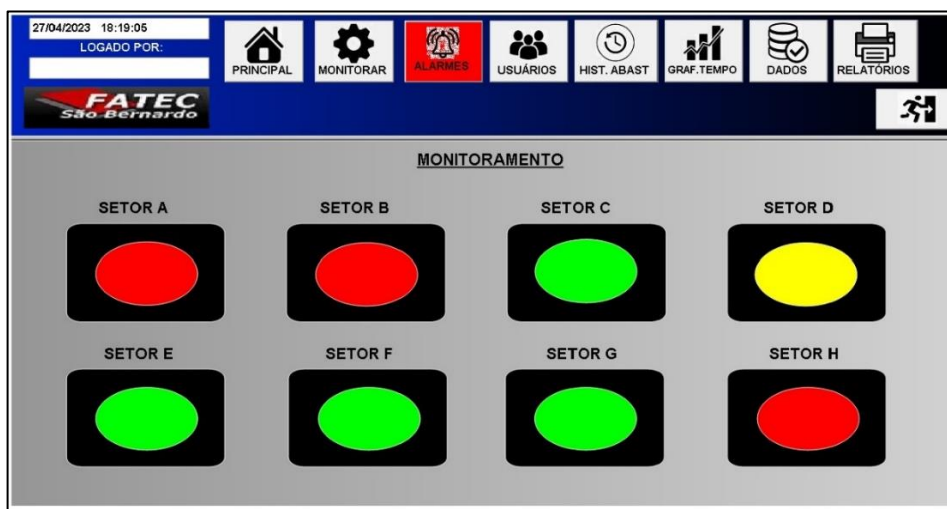
Figura 3.12 – Tela inicial



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Na figura 3.13 abaixo temos a tela de monitoramento, é uma das telas mais utilizada já que se trata de um sistema onde se tem uma fácil leitura por meio de cores, se assemelhando ao Kanban, que mostram como está a situação de abastecimento de peças em cada setor e assim facilitando para que a logística possa se programar e atender no tempo certo a linha de produção. O Vermelho nos mostra as áreas que precisam de abastecimento de emergência, o amarelo mostra áreas que logo entrarão nessa zona de emergência, assim avisando previamente para que seja programado um abastecimento para esta área, e o verde mostra áreas que estão com uma quantidade de peças boas para o trabalho, não necessitando de um abastecimento no momento.

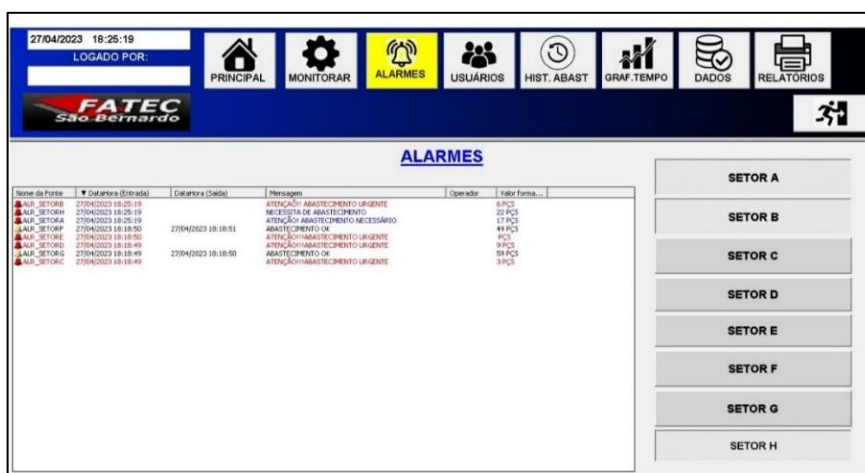
Figura 3.13 – Tela de monitoramento



Fonte: Elaboração própria, 2023

A figura 3.14, a seguir mostra a tela de alarmes que informará ao operador qual a situação atual dos setores, gerando mensagens e alertas que avisam onde há necessidade de realizar o abastecimento. É possível por meio de botões escolher quais setores mandarão atualizações. Quando algum setor não estiver em funcionamento pode-se desabilitar o sistema de alarme, assim a tela permanece mais limpa e de mais fácil leitura, limitando somente em vista o necessário e importante naquele período de trabalho.

Figura 3.14 – Tela de alarmes



Fonte: Elaboração própria, 2023

Na figura 3.15 abaixo mostra a tela do login de usuários, esta tela é de grande importância, já que nela é possível identificar quais funcionários estão operando o

equipamento, é possível identificar qual era o operador responsável no momento, podendo realizar um rastreamento caso ocorra algum problema no processo e realizar as cobranças às pessoas certas. O sistema permite que se crie grupos separados para chefia, administrativo, operadores e manutenção, cada login possui uma liberdade de acesso diferente, sendo liberado apenas o que é necessário para o desenvolvimento de seu trabalho em sua função, evitando que pessoas não autorizadas mexam em configurações de segurança ou alterem alguma informação.

Figura 3.15 - Tela de Usuários do Supervisório



Fonte: Elaboração própria, 2023

Na figura 3.16, a seguir, se tem a tela de históricos, é permitido que o operador possa consultar de acordo com o horário e data quantas peças estavam abastecidas e quais os tipos de peças. É uma tela importante pensando de forma estratégica na logística e engenharia, que pode ter um controle e relatórios rápidos, pois nessa tela é possível realizar o salvamento do histórico em PDF, para realizar estudos sobre tempo de produção e custo. É uma ferramenta que pode ser implementada em estoques, tornando o processo mais produtivo e facilitando o controle, gerando a quantidade de peças no sistema, diminuindo a quantidade de horas de trabalho para a verificação e contagem de estoque, ou de verificação de abastecimento em linha. O sistema permite a observação em tempo real e em datas escolhidas do abastecimento, a uma longa distância.



Figura 3.16 – Tela de históricos do supervisório

27/04/2023 18:27:32

LOGADO POR:

ADMINISTRADOR

PRINCIPAL

MONITORAR

ALARMES

USUÁRIOS

HIST. ABAST

GRAF. TEMPO

DADOS

RELATÓRIOS

HISTÓRICOS DE ABASTECIMENTO

| DATA_HORA           | SETOR_A | SETOR_B | SETOR_C | SETOR_D | SETO... |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 27/04/2023 18:27:26 | 96 PÇS  | 99 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:25 | 99 PÇS  | 94 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:24 | 83 PÇS  | 72 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:23 | 54 PÇS  | 41 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:22 | 24 PÇS  | 14 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:21 | 4 PÇS   | 6 PÇS   | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:20 | 1 PÇS   | 6 PÇS   | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:19 | 18 PÇS  | 29 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:18 | 47 PÇS  | 59 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:17 | 77 PÇS  | 87 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:16 | 96 PÇS  | 100 PÇS | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:15 | 96 PÇS  | 94 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:14 | 82 PÇS  | 71 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:13 | 53 PÇS  | 40 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:12 | 23 PÇS  | 13 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:11 | 4 PÇS   | 6 PÇS   | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:10 | 1 PÇS   | 6 PÇS   | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:09 | 18 PÇS  | 28 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:08 | 46 PÇS  | 58 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:07 | 77 PÇS  | 86 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:06 | 96 PÇS  | 100 PÇS | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |
| 27/04/2023 18:27:05 | 96 PÇS  | 94 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   | PÇS     |

| DATA_HORA           | SETOR_A | SETOR_B | SETOR_C | SETOR_D |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| 27/04/2023 18:27:26 | 96 PÇS  | 94 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   |
| 27/04/2023 18:27:24 | 83 PÇS  | 72 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   |
| 27/04/2023 18:27:23 | 54 PÇS  | 41 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   |
| 27/04/2023 18:27:22 | 24 PÇS  | 14 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   |
| 27/04/2023 18:27:21 | 4 PÇS   | 6 PÇS   | 3 PÇS   | 9 PÇS   |
| 27/04/2023 18:27:20 | 1 PÇS   | 6 PÇS   | 3 PÇS   | 9 PÇS   |
| 27/04/2023 18:27:19 | 18 PÇS  | 29 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   |
| 27/04/2023 18:27:18 | 47 PÇS  | 59 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   |
| 27/04/2023 18:27:17 | 77 PÇS  | 87 PÇS  | 3 PÇS   | 9 PÇS   |

Registro: 1 de 1000

[CONSULTAR](#)

[PERÍODO](#)

DATA DE :

27/04/2023 17:27:23

DATA ATÉ:

27/04/2023 18:27:23

[CONSULTAR](#)

Fonte: Elaboração própria, 2023

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto intitulado Sistema de Gerenciamento Logístico tem como objetivo desenvolver um supervisor para controle e gerenciamento de peças dentro de uma linha de produção, informando, por meio de sinalizadores, quais setores estão necessitando de peças e qual o nível de urgência. Tal objetivo foi concluído com êxito. O projeto se justificou pelo ganho de tempo que teoricamente ocorrerá na linha de produção, não podendo ser comprovado por não ter sido testado em campo, se supõe este ganho pois o sistema evita paradas desnecessárias por falta de peças.

O desenvolvimento foi realizado utilizando um Arduino e uma célula de carga para controle da quantidade de peças e de LEDs coloridos para realização da sinalização.

Dentre as fontes de pesquisas utilizadas para desenvolvimento do projeto, as que mais agregaram conhecimento foram as sobre programação de Arduino que nos permitiu criar a espécie de uma balança utilizando também a célula de carga e juntamente a comunicação entre Arduino e supervisor utilizando protocolo ModBus.

Os métodos e técnicas alcançados pela metodologia científica deram suporte para planejar os passos que foram utilizados para o desenvolvimento do projeto. Deste modo, foi possível trazer uma nova abordagem sobre gerenciamento de peças em uma linha de produção, podendo ser reaplicado em outros tipos de gerenciamento dentro do processo produtivo.

O projeto agregou aos integrantes do grupo conhecimentos além dos obtidos durante a formação no decorrer do curso, complementando os conhecimentos técnicos e incentivando à pesquisa e desenvolvimento de projetos e tecnologias. Trouxe também a possibilidade de adquirir conhecimento sobre novos componentes, como a célula de carga.

Foram encontradas dificuldades durante a criação do projeto, porém foram superados com êxito com auxílio do fundamento bibliográfico e dos conhecimentos

dos docentes, principalmente relacionado a comunicação entre o Arduino e o supervisor.

O projeto agrega a comunidade científica a possibilidade de estudo de caso, assim como a implementação e desenvolvimento de novos métodos para diminuir perdas e atrasos dentro da linha de produção, baseando-se no conceito do Kanban.

Como desvantagem destaca-se o fato de o projeto não ser 100% automatizado, sendo assim, é possível ocorrer uma falha humana que eventualmente irá causar uma parada desnecessária na linha de produção.

Tendo em vista todo o desenvolvimento, conclui-se que o projeto foi realizado com êxito, agregando novos conhecimentos para os integrantes do grupo, principalmente sobre células de carga e comunicação entre Arduino e supervisor e a elaboração de um algoritmo para cálculo de peças através do peso.

É proposto, como uma futura melhoria, a integração do sistema supervisor a um AGV, um veículo autoguiado, para realizar o transporte das peças solicitadas aos setores corretos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANTUNES, Daniela Sofia Lopes. **Análise de problemas e propostas de melhoria nos processos de abastecimento de materiais às linhas de produção: um caso de estudo na indústria automóvel.** 2012. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/1822/23144>> Acesso em: : 25 de abril 2022.

BALLOU, Ronald H. **Logística: administración de la cadena de suministro.** [S. l.: s. n.], 2004.

BOWERSOX, Donald J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento.** São Paulo: Atlas, 2001.

COMPONENTES de um microcontrolador. 13 jan 2012. Disponível em :[www.professor.luzerna.ifc.edu.br](http://www.professor.luzerna.ifc.edu.br) . acesso em : 02 de Abril 2022.

CEPEIN. Atlas da logística. **História da Logística**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 1-57, 2019.

FBS eletrônica. **Apostila Arduino com aplicações baseada na placa: ARDUINO UNO.** 2020 Disponível em: <http://www.valdick.com/files/ApostilaArduinoIntroducao.pdf>>. Acesso em: 02 de abril 2022.

HX711. 15 fev. 2016. Disponível em:[www.usinainfo.com.br](http://www.usinainfo.com.br). Acesso em: 01 de Abril 2022

INDÚSTRIA 4.0. 5 jul. 2012. Disponível em: [www.tecnion.com.br](http://www.tecnion.com.br). Acesso em :08 ago. 2022.

IMPORTÂNCIA da Logística. [S. l.], 6 jun. 2017. Disponível em: <https://saclogistica.com.br/importancia-da-logistica/>. Acesso em: 1 fev. 2023.

KERSCHBAUMER, R. **Engenharia de controle e Automação: Microcontroladores.** Santa Catarina: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense, 2018. Disponível em: <<http://professor.luzerna.ifc.edu.br/ricardo-kerschbaumer/wp-content/uploads/sites/43/2018/02/Apostila-Microcontroladores.pdf>>. Acesso em: 04 de abril 2022.

MANUAL DE NORMALIZAÇÃO DE PROJETO DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO – FATEC SÃO BERNARDO DO CAMPO. **Material didático para utilização nos projetos de trabalho de graduação dos cursos de tecnologia em automação industrial e informática.** São Bernardo do Campo: Fatec, 2017.

MATIAS, Roberto. Industria 4.0. **O que é indústria 4.0**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 1-49, 2021. Disponível em: <https://www.dmtpalestras.com.br/novidades/o-que-e-industria-4-0-e-como-ela-ira-impactar-sua-vida/>. Acesso em: 24 out. 2022.

NOGUEIRA, Felipe. Cadeia de suprimentos. **SUPPLY CHAIN**, [s. l.], v. 1, n. 1, 2022. Disponível em: [www.valdick.com](http://www.valdick.com). Acesso em: 28 set. 2022.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. Elsevier, 2007.

PARADOXO da logística. [S. l.], 17 jul. 2012. Disponível em: <https://docplayer.com.br/>. Acesso em: 25 fev. 2022.

PROFESSORA KEILA ELETRICA. **Eletrônica aplicada**, 6 mar. 2022. Disponível em: [www.professorakeila.com.br](http://www.professorakeila.com.br). Acesso em: 1 maio 2022

SCANEELETRONIC. Sensores. **Sensores industriais**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 45, 2019. Disponível em: [www.scaneletronic.com.br](http://www.scaneletronic.com.br). Acesso em: 10 out. 2022.

SENSORES industriais. 19 jul. 2015. Disponível em: [www.scaneletronic.com.br](http://www.scaneletronic.com.br). Acesso em : 1 out 2022

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. Ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVEIRA. C. B. **Sensor Indutivo**: O que é e como funciona. 2020 Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/sensor-indutivo/>>. Acesso em: 04 de out. 2020.

SPARFLEX fios e cabos especiais. **Sensores industriais e sua importância na automação**.5 de março de 2020. Disponível em: <<https://www.sparflex.com.br/sensores-industriais-e-sua-importancia-na-automacao/>>. Acesso em: 06 abril. 2023.

TIPOS de produção. [S. l.], 26 fev. 2010. Disponível em: <https://eprconsultoria.com.br/producao-puxada/> Acesso em: 16 mar. 2022

THOMSEN, A. **O que é Arduino?**.2014. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 02 de maio de 2023.

UNIFEOB. Eletroeletrônica. **Aplicação Arduino**, [s. l.], v. 1, n. 1, 2020. Disponível em: <https://ead.unifeob.edu.br/>. Acesso em: 4 out. 2022.